

REGIONE PIEMONTE



PROVINCIA DI VERCELLI



COMUNE DI LOZZOLO



RICHIESTA DI PROROGA DELLA CONCESSIONE MINERARIA "Coccola Rolleja"

ADEMPIMENTI:

D.Lgs. 152/06 articolo 25, comma 25

Regio Decreto 1443/1927

- RELAZIONE GEOLOGICA -

I Tecnici:

Dott. Geol. Riccardo Frecia

Via Pignari, 18

12037 Saluzzo (CN), IT

cell.: 328.5327610

e-mail: riccardo.frecia@geologipiemonte.it

pec: riccardo.frecia@cpap.sicurezzapostale.it

Il Committente

Soc. Refrattari Motta S.r.l.

Via Roma, 53

13060 Lozzolo (VC)

Giugno 2025

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. UBICAZIONE	5
3. RELAZIONE GEOLOGICA.....	6
3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	6
3.2 GEOLOGIA DEL GIACIMENTO IN ESAME	12
3.3 PROVE GRANULOMETRICHE SPEDITIVE IN SITO	12
4. STUDIO GIACIMENTOLOGICO	13
4.1 PREMESSA.....	13
4.2 DATI PREGRESSI.....	13
4.3.1 Campione Rolleja 2020	16
4.3.2 Campione Bongiana 2020.....	19
5. IDROGEOLOGIA DELL'AREA IN ESAME	23
5.1 ANALISI INTERAZIONE POZZO IDROPOTABILE / MINIERA.....	24
5.1.1 Premessa	24
5.1.2 Stato consistenza del pozzo	24
5.1.3 Delimitazione aree di salvaguardia del pozzo.....	26
5.1.4 Andamento della falda superficiale e profonda.....	27
6. PROVE INFILTROMETRICHE E PERMEABILITÀ	40
6.1 PROVE ESEGUITE E RISULTATI OTTENUTI	40
6.2 PROVE DI EMUNGIMENTO SUI PIEZOMETRI ESISTENTI	48
7. ACQUE SUPERFICIALI	51
7.1 PREMESSA.....	51
8.1.11 Dimensionamento canaletta Bacino 2 + Bacino 3 + Bacino 4.....	63
8.1.12 Dimensionamento canaletta Bacino 5 + Bacino 6.....	64
8.1.13 Dimensionamento canale finale	65
9. RELAZIONE SISMICA.....	66
9.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO E TECNICO	66
9.1.1 Stati limite di riferimento.....	67
9.2 CARATTERIZZAZIONE DELL'AZIONE SISMICA SUL TERRENO IN ESAME SECONDO LE N.T.C. 2018 ...	68
9.2.1 Calcolo del periodo di riferimento per l'azione sismica	68
9.2.2 Azione sismica attesa al sito	70
10. VERIFICA DI STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO	74
10.1 UNITÀ LITOTECNICA 1: AMMASSO ROCCIOSO FRATTURATO – FRONTI RESIDUI COCCOLA	74
10.1.1 Verifica di stabilità con SSAP2010 - fondamentale.....	77
10.1.2 Verifica di stabilità con SSAP2010 – sismica	79
10.2 UNITÀ LITOTECNICHE 2 E 3: DEPOSITI PLIOCENICI E DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI – FRONTI RESIDUI BONGIANA	82

10.2.1	<i>Sezione 2-2' Bongiana – Combinazione fondamentale</i>	84
10.2.2	<i>Sezione 2-2' Bongiana – Combinazione sismica</i>	89
10.3	UNITÀ LITOTECNICA 4: DEPOSITI SEDIMENTARI - FRONTI DI SCAVO IN FASE OPERATIVA –	
	RIPROFILATURA FINALE	93
10.3.1	<i>Sezione di scavo tipo – Combinazione fondamentale</i>	94
10.3.2	<i>Sezione di scavo tipo – Combinazione sismica</i>	98
10.3.3	<i>Sezione di scavo tipo con carico – Combinazione fondamentale</i>	102
10.3.4	<i>Sezione di scavo tipo con carico – Combinazione sismica</i>	106
10.3.5	<i>Riprofilatura scavo – Combinazione fondamentale.....</i>	110
10.3.6	<i>Riprofilatura scavo – Combinazione sismica.....</i>	114
10.4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL MATERIALE DI SCARTO	118
11.	ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA.....	118
12.	CONCLUSIONI.....	121

1. PREMESSA

Il presente studio geologico, redatto ai sensi delle “*Norme Tecniche per le Costruzioni 2018*” (NTC-18), D.M. 17/01/2018, della Circolare esplicativa del 21/01/2019 e della L.R. 45/89, ha lo scopo di esporre i caratteri geologici-idrogeologici, sismici e geotecnici dell’area interessata dalle attività di estrazione della mineraria denominata “Coccole-Rolleja” nel Comune di Lozzolo (VC), per la quale si richiede una proroga del giudizio di compatibilità di VIA e rinnovo della concessione mineraria per una durata di 5 anni dei termini autorizzativi ex L.R. 45/89, D.Lgs 42/04 e R.D. 1443/27, precedentemente concessa con DGR 18-2185 del 30 ottobre 2020 pubblicata su BURP n. 45 del 05/11/2020.

Per la descrizione delle opere in progetto si rimanda alle tavole e alle relazioni a firma del Perito Minerario Negri G.P.

Lo studio è basato su dati bibliografici dell’area in esame e sulle indagini e sugli studi redatti per le precedenti fasi progettuali ed autorizzative.

2. UBICAZIONE

L'area interessata dalla presenza della Miniera "Coccola-Rolleja", è ubicata nella porzione orientale del territorio comunale di Lozzolo (VC).

Il terreno, essendo ubicato in prossimità di rilievi collinari, risulta nel complesso inclinato verso sud e l'area in esame è compresa tra le quote 305 m s.l.m. e 356 m s.l.m. (vedi rilievo topografico specifico); nel dettaglio, l'area in oggetto risulta identificabile sulle sezioni n. 093.160 e 094.130 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, di cui si riporta in seguito un estratto con indicata l'ubicazione della miniera in esame.

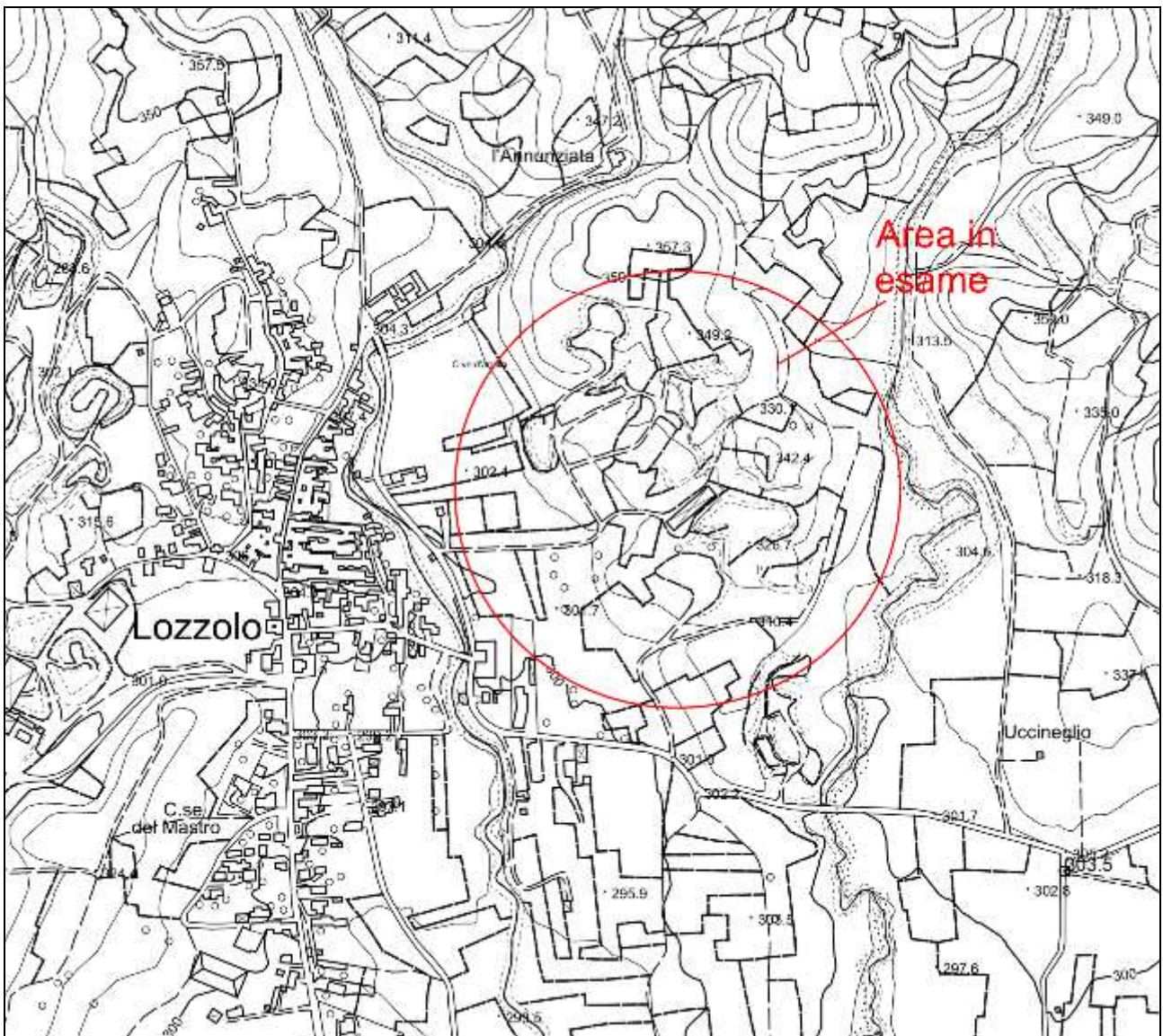


Figura 1: estratto della C.T.R. Piemonte con indicata l'area interessata dall'intervento in esame.

3. RELAZIONE GEOLOGICA

3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area in esame si colloca nel settore nord-occidentale delle alpi piemontesi, nei primi contrafforti delle pre-alpi Biellesi a ridosso dell'alta pianura Vercellese; il territorio che circonda l'area in oggetto si trova in destra orografica del Fiume Sesia, nel tratto in cui il fiume termina il suo percorso montano e sbocca nell'area di pianura.

La geologia di questa porzione di territorio, è cartografata, in scala 1:100.000, sul foglio n. 43 "*Biella*" della Carta Geologica d'Italia (di cui in seguito si riporta un estratto), ed è caratterizzata dall'affioramento di litotipi appartenenti alle cosiddette Alpi Meridionali, in particolare sono rappresentati:

- la serie Dioritico-Kinzigitica dell'Ivrea-Verbano, costituita da rocce intrusive basiche e da scisti cristallini di età molto antica;
- le rocce intrusive del Massiccio granitico del Biellese, che rappresentano i termini dell'intrusione tardoercinica avvenuta tra la Zona Sesia-Lanzo e l'Ivrea-Verbano;
- i Porfidi Quarziferi Biellesi.

In trasgressione su queste rocce è presente il lembo Triassico-Liassico, posto a nord-ovest di Lozzolo, di natura prevalentemente carbonatica, che rappresenta una parte delle propaggini più occidentali della serie carbonatica mesozoica delle Alpi Meridionali (Lembo di Sostegno).

Al di sopra delle rocce finora descritte, depositi in discordanza stratigrafica, si trovano i sedimenti marini Pliocenici, che, in letteratura, vengono distinti in due facies caratteristiche:

- Piacenziano (Pliocene inf.) caratterizzato da argille e silt grigio-azzurri e sabbie giallastre ricche di macrofauna marina, talvolta intercalate a livelli di ghiaie e ciottoli di colore giallastro;
- Astiano (Pliocene sup.) caratterizzato da sabbie gialle, con locali banchi arenacei e calcareo arenacei, con faune di mare basso.

Nel settore in esame i depositi marini pliocenici sono in trasgressione sia sul basamento cristallino che sulle coperture permo-mesozoiche, a costituire il margine di raccordo tra il settore della pianura e quello alpino.

In quest'area, essi soggiacciono direttamente ai depositi olocenici di natura fluvio-glaciale e fluviale.

I depositi fluviali e fluvio-glaciali sono disposti su ampi terrazzi derivanti dall'unione di paleoconoidi digradanti lievemente verso sud-est. Litologicamente sono

composti prevalentemente da depositi ghiaioso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi, con locali lenti limoso-argillose; generalmente la granulometria di tali depositi decresce spostandosi dal settore occidentale verso quello orientale.

Per quanto riguarda la tettonica dell'area si hanno fenomeni di tipo disgiuntivo, con movimento e distacco delle coperture sedimentarie del basamento; questo comporta il fatto che i sedimenti carbonatici di età mesozoica sono presenti solo localmente e vengono in parte sostituiti dai depositi Piacenziani e Astiani.

Nel settore alpino in esame sono da segnalare due importanti lineamenti tettonici:

- la Linea del Canavese, che separa il settore delle Pennidi superiori a nord-ovest dalle Alpi Meridionali a sud-est;
- la Linea della Cremonina, che disloca il complesso dei terreni sudalpini.

Per sintetizzare l'evoluzione paleogeografica dell'area in esame si può dire che: in seguito alla trasgressione marina, si è passati progressivamente a condizioni di transizione (fluviale deltizia) e in seguito a deposizione in ambiente continentale.

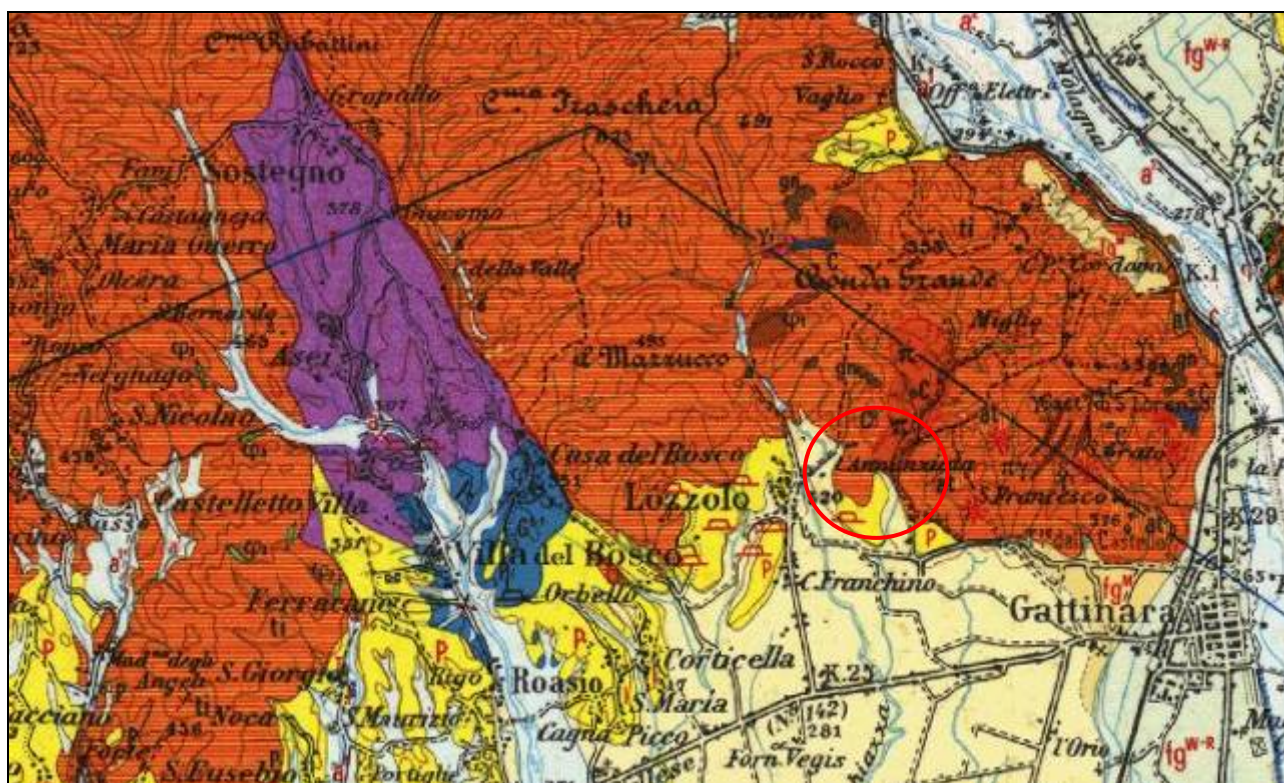
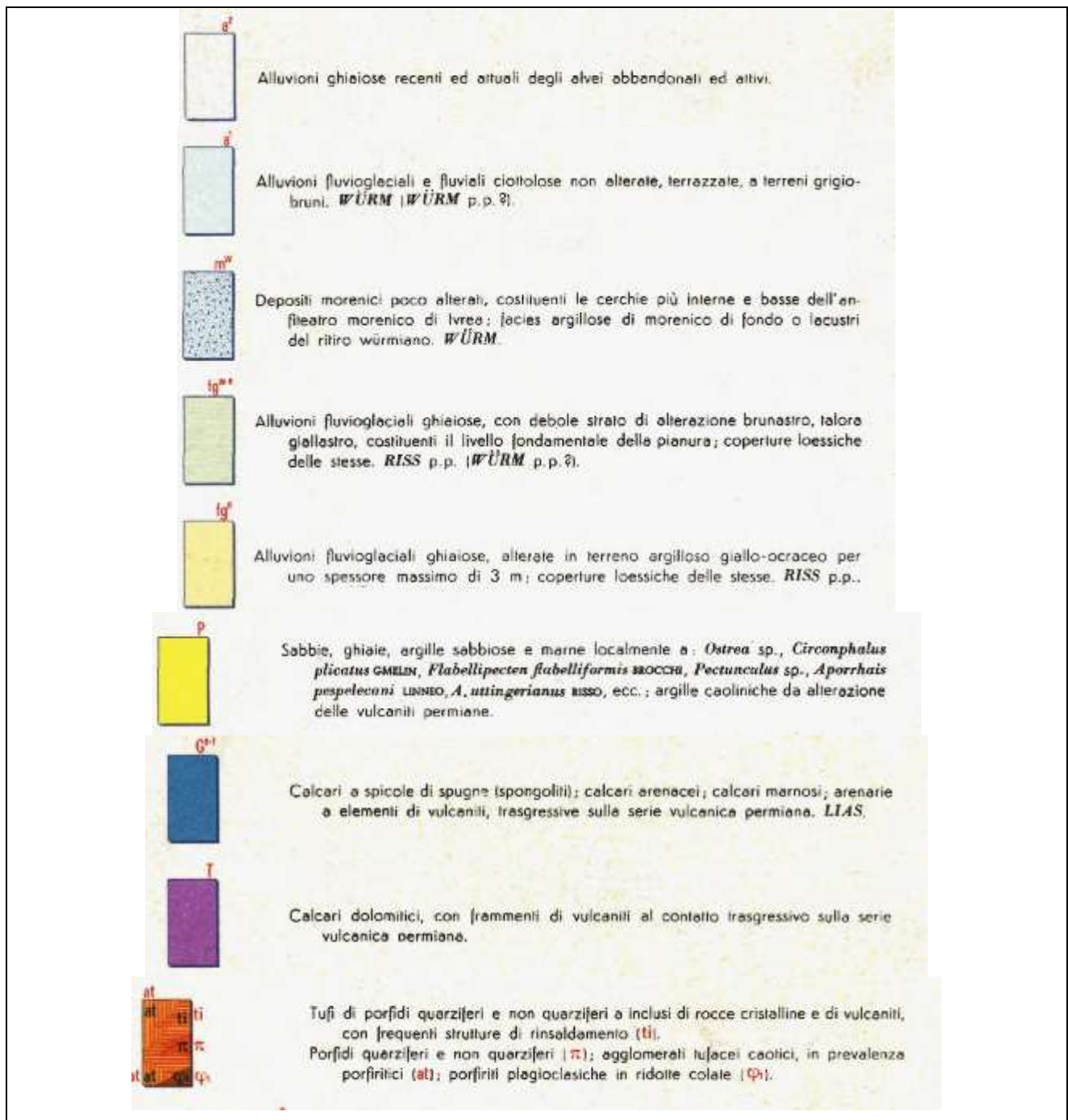


Figura 2: estratto del foglio n. 43 "Biella" e, nella pagina seguente, la legenda semplificata della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, con evidenziata in rosso l'area di intervento.



Dal punto di vista geomorfologico, l'area in esame è posta nel settore occidentale della Pianura Padana ed è compresa tra le falde delle Alpi meridionali, a nord, e la pianura stessa.

Nel settore alpino la morfologia è in gran parte determinata dalle strutture geologiche: infatti, la zona Sesia-Lanzo e quella dell'Ivrea-Verbanò si trovano a quote altimetricamente elevate, mentre a sud della Linea della Cremonina si passa ad una

zona caratterizzata da basse colline, in quanto impostate nelle vulcaniti permiane, appartenenti al Complesso dei porfidi quarziferi del biellese.

Queste risultano "orlate" dai sedimenti pliocenici, che costituiscono l'area di raccordo tra il settore montuoso, a nord, e la zona di pianura, a sud.

La pianura alluvionale è caratterizzata da una serie di terrazzi fluviali, delimitati da scarpate, debolmente digradanti verso sud; questa morfologia è il risultato dell'alternarsi di fenomeni di accumulo e di erosione che si sono verificati durante il Quaternario. Infatti, durante lo scioglimento delle masse glaciali, la portata dei corsi d'acqua aumentò notevolmente, ed i fiumi furono così in grado di trasportare verso valle grandi quantità di depositi detritici provenienti dagli accumuli morenici; tale processo diede origine ad estese conoidi che, accrescendosi, si saldarono formando un'unica piana alluvionale.

In seguito, a causa della notevole diminuzione della quantità di acqua che defluiva nei corsi d'acqua (per l'instaurarsi di un clima più arido e l'assenza dei serbatoi glaciali), l'azione di trasporto da parte dei fiumi diminuì notevolmente, generando intensi processi erosivi ai danni dei terreni depositati precedentemente.

Questo processo si è ripetuto più volte nel tempo generando terrazzi di età diversa.

Scendendo nel dettaglio, si può affermare che la zona di Lozzolo è caratterizzata da impluvi poco incisi e da colline con andamento dolce e arrotondato, con spartiacque posti a quote modeste (300 – 350 m s.l.m.).

Lungo i fianchi dei rilievi collinari si segnalano dissesti locali, dovuti essenzialmente a fenomeni superficiali di scorrimento delle acque di dilavamento dei versanti.

La presenza di fenomeni di instabilità più profonda è esclusa per la bassa acclività dei versanti (inclinazioni medie di 30-35°), dovuta alle caratteristiche fisico-meccaniche dei sedimenti che li costituiscono.

La morfologia di dettaglio dell'area estrattiva è, ovviamente, intensamente modificata dall'intervento antropico; sono presenti, infatti, gradoni di coltivazione, piste e piazzali.

Non sono segnalati dissesti lungo le pareti di scavo, localmente si sviluppano linee di erosione puntuale tipiche dei materiali incoerenti a granulometria fine, che non rappresentano comunque pericolo per l'attività estrattiva o per le aree limitrofe.

Per una visione di maggior dettaglio della geologia della zona si riporta in seguito un estratto della carta geologica presente nello studio geologico allegato al PRGC di Lozzolo ⁽¹⁾

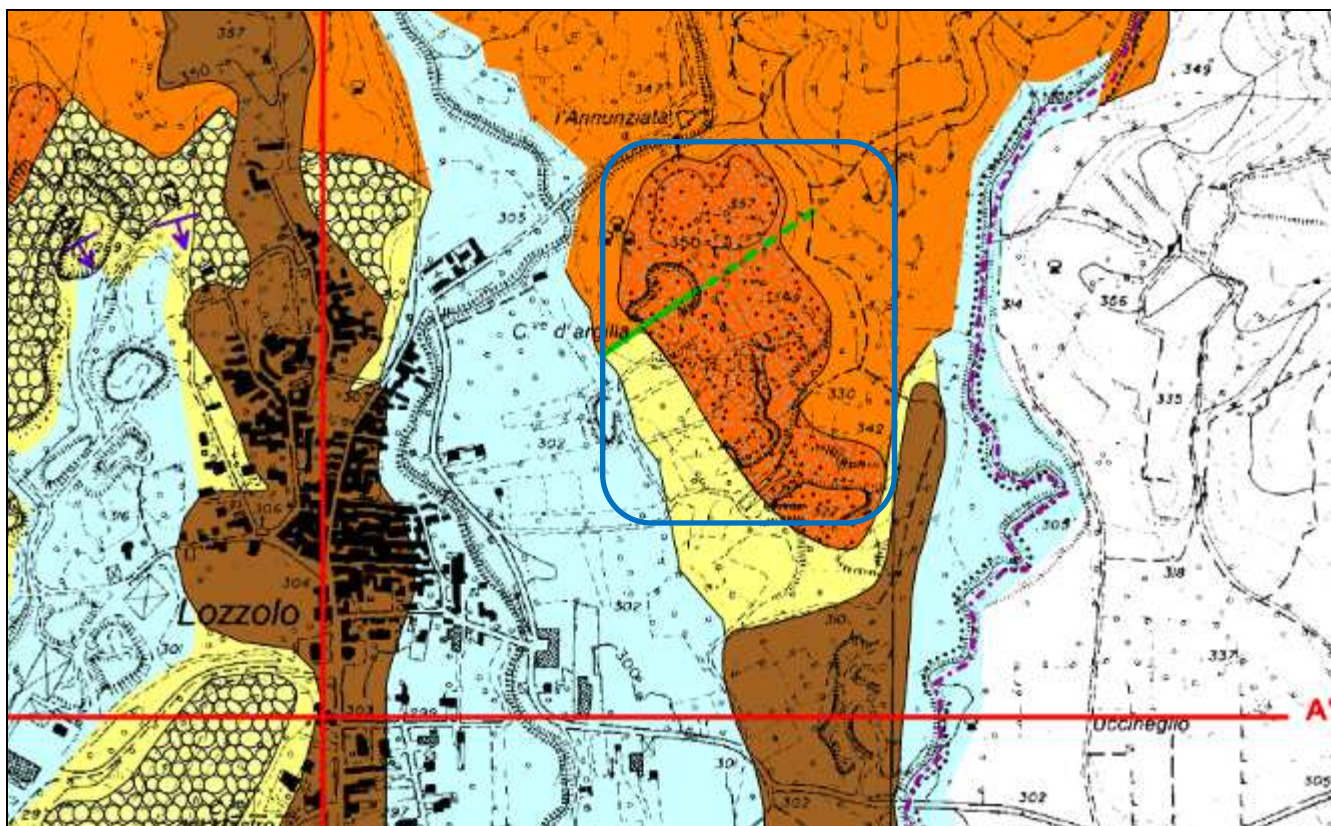


Figura 3: estratto della "Carta geologica" allegata al PRGC di Lozzolo e relativa legenda (pagina seguente), con il rettangolo blu si evidenziano le aree interessate dalle attività minerarie in oggetto.

⁽¹⁾ Dott. Geol. Zantonelli, "Studi geologico tecnici inerenti verifiche di compatibilità idrogeologica ed idraulica PRGC ai sensi della Circolare n° 7/LAP/1996 – Carta Geologico strutturale con sezioni litostratigrafiche – Elaborato A.T.G.09", 15/11/2006.

Legenda

LITOLOGIE



terreni alluvionali ghiaioso-sabbioso-limosi o sabbioso-limoso-ciottolosi, eterometrici, riconducibili al T. Marchiazza ed ai corsi d'acqua tributari (Olocene recente ed attuale)



terreni fluvioglaciali/ alluvionali ghiaioso-sabbioso-limosi, grossolani ed eterometrici, assai alterati, con eventuali coperture loessiche limoso-argillose (Pleistocene Medio)



sedimenti marini o fluvio-deltizi presenti alla sommità del ciclo regressivo pliocenico-villafranchiano, rappresentati in prevalenza da livelli ciottolosi e sabbioso-ciottolosi profondamente alterati ed in buona parte caolinizzati (Pliocene Sup-Quaternario basale)



sedimenti marini riferibili al ciclo regressivo pliocenico-villafranchiano, rappresentati prevalentemente da sabbie e più subordinatamente da silt-sabbiosi, piuttosto alterate (Pliocene Sup)



rocce vulcanitiche prevalentemente riolitiche, in facies ignimbrica o tufacea, diffusamente fratturate ed a luoghi intensamente tettonizzate (Permiano)



prodotti dell'alterazione in sito della roccia vulcanitica, costituiti essenzialmente da sabbie con elementi lapidei, in parte caolinizzate, principalmente pseudocoerenti

Simboli litologici



formazioni costituite principalmente da ghiaie sabbioso-limoso-argillose e più subordinatamente da sabbie limose con ciottoli



formazioni costituite superiormente da sabbie, sabbie ciottolose in parte argillificate e caolinizzate, inferiormente da argille sabbiose, argille marnose, sabbie



substrato roccioso costituito da vulcaniti principalmente riolitiche

SIMBOLI



principali faglie certe



principali faglie presunte



giaciture di riferimento



tracce delle sezioni litostratigrafiche in scala 1 : 10.000



confine comunale

3.2 GEOLOGIA DEL GIACIMENTO IN ESAME

La struttura del sito in esame è piuttosto complessa, e risulta differente nei vari settori della miniera:

- nella porzione settentrionale dell'area è riconoscibile con continuità la presenza del substrato cristallino costituito dalle vulcaniti permiane, separati da una superficie erosionale al di sopra del substrato sono presenti depositi grossolani alternati a lenti di materiali fini, costituiti da frammenti delle stesse vulcaniti.
- spostandosi verso sud il giacimento si differenzia ulteriormente in due settori: quello occidentale caratterizzata da sedimenti fini e quello orientale costituito da materiali più grossolani; questa differenza è geologicamente dovuta ad una superficie erosionale che taglia trasversalmente il giacimento.

In definitiva il giacimento è differenziabile tra una porzione centro-settentrionale in cui prevalgono le vulcaniti (e i materiali di alterazione/argillificazione che ne derivano) e una centro meridionale in cui prevalgono i depositi marini e villafranchiani (anch'essi fortemente alterati e argillificati).

Dove affiorante, il substrato cristallino presenta 5 sistemi di frattura, che hanno le seguenti orientazioni medie:

159/72; 187/5; 338/17; 215/23; 298/20

3.3 PROVE GRANULOMETRICHE SPEDITIVE IN SITO

Sono state condotte delle analisi granulometriche in sito con le metodologie di riconoscimento da campo, i terreni in cui sono state realizzate le prove infiltrometriche sono risultati essere (le percentuali indicate sono state stimate in sito):

Bongiana:

- 1,0 m da p.c.: argilla e limo circa l'85%, sabbia circa 5%, ghiaia e ciottoli circa 10 % (frammenti risultano da alterati a completamente sfatti).
- 1,5 m da p.c.: argilla e limo circa il 80%, sabbia circa il 10%, ghiaia e ciottoli circa il 10% (frammenti risultano da alterati a completamente sfatti).

Rolleja:

- 1,0 m da p.c.: argilla e limo circa l'70%, sabbia circa 10%, ghiaia e ciottoli circa 10 % (frammenti risultano da alterati a completamente sfatti).
- 1,5 m da p.c.: argilla e limo circa il 70%, sabbia circa il 10%, ghiaia e ciottoli circa il 20% (frammenti risultano da alterati a completamente sfatti).

4. STUDIO GIACIMENTOLOGICO

4.1 PREMESSA

Nel corso della progettazione del rinnovo della concessione mineraria e del Giudizio di Compatibilità Ambientale del 2020 sono stati fatti studi di approfondimento giacimentologico sui materiali costituenti la miniera, in particolare sono stati raccolti i dati giacimentologici del passato e sono stati appositamente eseguiti due nuovi campioni di refrattarietà prelevati nel cantiere Rolleja e Bongiana, di cui si riportano in seguito gli esiti.

Si ricorda che la coltivazione mineraria è fatta solamente su questi due cantieri dal momento che sul cantiere “Coccoła” è stato ultimato il progetto di recupero ambientale e non si prevedono nuovi scavi.

4.2 DATI PREGRESSI

Per la definizione del giacimento in esame si riportano le analisi di refrattarietà condotte nei tre cantieri nel 1987 sui terreni presenti nella concessione mineraria “Rolleja”.

Nel 2013 sono eseguite delle analisi XRF per la definizione in ossidi del materiale di miniera, suddivisi tra Rolleja (R), Bongiana (B) e Coccoła (C).

Dipartimento di
Scienza dei Materiali
e Ingegneria Chimica



Spett. REFRATTARI MOTTA Srl
Bivio per Lozzolo
13060 Lozzolo

Vercelli

**POLITECNICO
DI TORINO**

25 marzo 1987

ns Cert? 13/1066

vs



oggetto Prove di refrattarietà libera su 5 campioni di argilla
indicati dal Committente come " Provenienti dalla miniera ROLLEJ
Il materiale è pervenuto con lettera di richiesta in data 4/2/87

Risultati delle analisi


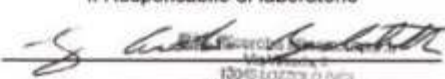
Campione A	(RP) _f	cono Seger	30-31 (1670-1690 °C.)
Campione B	(RP) _f	cono Seger	33-34 (1730-1750 °C.)
Campione C	(RP) _f	cono Seger	33-34 (1730-1750 °C.)
Campione D	(RP) _f	cono Seger	32-33 (1710-1730 °C.)
Campione E	(RP) _f	cono Seger	27-28 (1610-1650 °C.)

L'analista
(P.I. Amadio Cortellazzi)

Il Responsabile del Laboratorio
(Prof. Giuseppe Gozzelino)

IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO
(Prof. Giancarlo Baldi)

c.so Duca degli Abruzzi 24
10129 Torino - Italia
tel. 39-(0)11-55.66.700
telex 220646 POLITO

 Laboratorio R.M. Ricerche Minerarie s.r.l. Lozzolo (VC)																																																								
Data :	31/10/2013																																																							
Strumento utilizzato :	Ametek Spectro IQ II																																																							
Denominazione campioni :	Argille Motta 25 10 2013																																																							
ANALISI CHIMICA (XRF)																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nome</th> <th>Argilla R</th> <th>Argilla B</th> <th>Argilla C</th> <th>Argilla R/2</th> </tr> <tr> <th>Ossido</th> <th>%</th> <th>%</th> <th>%</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SiO₂</td> <td>68,5</td> <td>72,5</td> <td>70,6</td> <td>72,6</td> </tr> <tr> <td>Al₂O₃</td> <td>19,6</td> <td>17,8</td> <td>17,6</td> <td>16,8</td> </tr> <tr> <td>Fe₂O₃</td> <td>1,97</td> <td>2,14</td> <td>1,83</td> <td>1,97</td> </tr> <tr> <td>TiO₂</td> <td>0,15</td> <td>0,27</td> <td>0,16</td> <td>0,19</td> </tr> <tr> <td>CaO</td> <td>0,05</td> <td>0,06</td> <td>0,05</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td>MgO</td> <td>0,34</td> <td>0,25</td> <td>0,36</td> <td>0,26</td> </tr> <tr> <td>Na₂O</td> <td>0,10</td> <td>0,10</td> <td>0,61</td> <td>0,10</td> </tr> <tr> <td>K₂O</td> <td>3,44</td> <td>1,15</td> <td>4,87</td> <td>3,83</td> </tr> <tr> <td>P. F.</td> <td>5,20</td> <td>5,54</td> <td>3,68</td> <td>4,05</td> </tr> </tbody> </table>	Nome	Argilla R	Argilla B	Argilla C	Argilla R/2	Ossido	%	%	%	%	SiO ₂	68,5	72,5	70,6	72,6	Al ₂ O ₃	19,6	17,8	17,6	16,8	Fe ₂ O ₃	1,97	2,14	1,83	1,97	TiO ₂	0,15	0,27	0,16	0,19	CaO	0,05	0,06	0,05	0,06	MgO	0,34	0,25	0,36	0,26	Na ₂ O	0,10	0,10	0,61	0,10	K ₂ O	3,44	1,15	4,87	3,83	P. F.	5,20	5,54	3,68	4,05	
Nome	Argilla R	Argilla B	Argilla C	Argilla R/2																																																				
Ossido	%	%	%	%																																																				
SiO ₂	68,5	72,5	70,6	72,6																																																				
Al ₂ O ₃	19,6	17,8	17,6	16,8																																																				
Fe ₂ O ₃	1,97	2,14	1,83	1,97																																																				
TiO ₂	0,15	0,27	0,16	0,19																																																				
CaO	0,05	0,06	0,05	0,06																																																				
MgO	0,34	0,25	0,36	0,26																																																				
Na ₂ O	0,10	0,10	0,61	0,10																																																				
K ₂ O	3,44	1,15	4,87	3,83																																																				
P. F.	5,20	5,54	3,68	4,05																																																				
Perdita al fuoco : forno a muffola lab. 1050 °C, con stasi di 60' alla max T.																																																								
Il Responsabile di laboratorio  <small> Riccardo Frenia 13040-LOZZOLO (VC) 011/6747171 - 011/6747172 Tel. 011/6747171 - 011/6747172 </small>																																																								

4.3 NUOVI CAMPIONI ANALIZZATI

Nel mese di febbraio 2020 sono stati effettuati alcuni campioni per le analisi di refrattarietà dei campioni dei materiali, i campioni sono stati prelevati dai cantieri Rolleja e Bongiana.

4.3.1 Campione Rolleja 2020

Il campione è stato prelevato nella porzione alta del cantiere principale (Rolleja) in una porzione già scoticata del giacimento, quota 336/337 m da p.c., si riporta in seguito la posizione del campionamento.



L'esito della prova ha permesso di stabilire che il materiale ha un grado di refrattarietà di 1640 – 1646 ° C.

In seguito si riporta il certificato rilasciato dal laboratorio analitico.



CENTRO DI RICERCA E SPERIMENTAZIONE
PER L'INDUSTRIA CERAMICA

Bologna, 23/03/2020

Spett.le

Refrattari Motta s.r.l
Via Roma, 53
13045 Lozzolo (VC)

SEZIONE CERAMICI INDUSTRIALI

RAPPORTO DI PROVA N° 2766/20

Richiesto da:	Refrattari Motta s.r.l Via Roma, 53 13045 Lozzolo (VC)
In data:	28/02/2020
Per il prodotto contrassegnato:	"ROLLEYA 26/02/2020"

I risultati riportati si riferiscono solo ai campioni esaminati.

Non si assume alcuna responsabilità sull'accuratezza del campionamento salvo che questo non sia stato effettuato sotto la nostra diretta supervisione.

La riproduzione del presente rapporto di prova è autorizzata solo in forma di fotocopia completa. Per ogni riproduzione parziale è necessaria la nostra autorizzazione scritta.

I testi tra virgolette sono dichiarazioni del Cliente e ricadono sotto la sua responsabilità.

Il presente rapporto di prova è costituito da 3 pagine compresa questa copertina.

Via Martelli 26
40138 Bologna – Italy
Tel. +39 051 534015
Fax +39 051 530085
Part. IVA 0094778-0375

centro.ceramico@centroceramico.it
www.centroceramico.it

Viale Valle d'Aosta 1
41049 Sassuolo (MO) – Italy
Tel. +39 0536 802154
Fax +39 0536 800662

Rapporto N.	2766/20	Data	23/03/2020	Pagina	2 di 3
-------------	---------	------	------------	--------	--------

Descrizione del campione:	Materiale refrattario incoerente contrassegnato "ROLLEYA 26/02/2020".
Produttore:	-----
Campionamento	
- Luogo:	-----
- Data:	-----
- Effettuato da:	COMMITTENTE
- Come (metodi):	-----
Data di ricevimento in laboratorio:	02/03/2020

☒

Data inizio	Data fine
17/03/20	17/03/20



Rapporto N.	2766/20	Data	23/03/2020	Pagina	3 di 3
--------------------	---------	-------------	------------	---------------	--------

Preparazione del campione:	taglio:	
	colaggio:	X

Verifica Tecnica
Pietro Bruzzi

Pietro Bruzzi

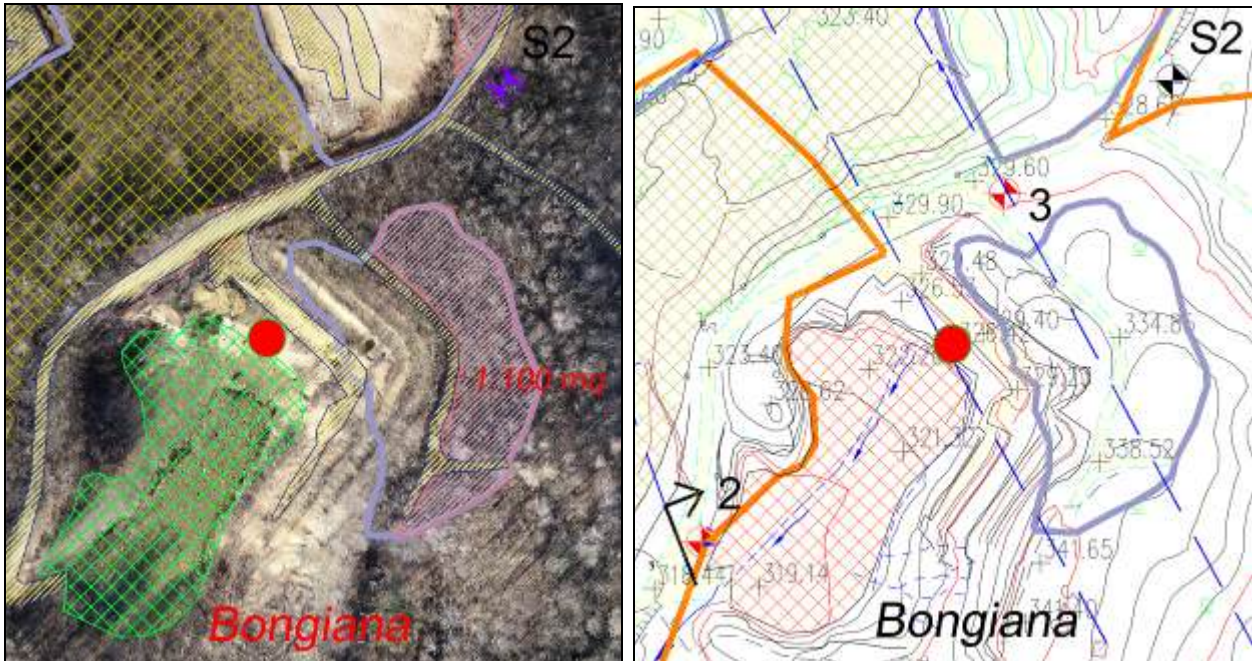


Prof.ssa Maria Chiara Bignozzi

Fine Rapporto

4.3.2 Campione Bongiana 2020

Il campione è stato prelevato nella porzione intermedia del cantiere Bongiana in una porzione già scoticata del giacimento, quota 326 m s.l.m., si riporta in seguito la posizione del campionamento.



L'esito della prova ha permesso di stabilire che il materiale ha un grado di refrattarietà di 1646 – 1660 ° C.

In seguito si riporta il certificato rilasciato dal laboratorio analitico.



CENTRO DI RICERCA E SPERIMENTAZIONE
PER L'INDUSTRIA CERAMICA

Bologna, 05/05/2020

Spett.le

Refrattari Motta s.r.l
Via Roma, 53
13045 Lozzolo (VC)

SEZIONE CERAMICI INDUSTRIALI

RAPPORTO DI PROVA N° 2771/20

Richiesto da:	Refrattari Motta s.r.l Via Roma, 53 13045 Lozzolo (VC)
In data:	28/02/2020
Per il prodotto contrassegnato:	"BONGIANA 28/02/2020"

I risultati riportati si riferiscono solo ai campioni esaminati.

Non si assume alcuna responsabilità sull'accuratezza del campionamento salvo che questo non sia stato effettuato sotto la nostra diretta supervisione.

La riproduzione del presente rapporto di prova è autorizzata solo in forma di fotocopia completa. Per ogni riproduzione parziale è necessaria la nostra autorizzazione scritta.

I testi tra virgolette sono dichiarazioni del Cliente e ricadono sotto la sua responsabilità.

Il presente rapporto di prova è costituito da 3 pagine compresa questa copertina.

Via Martelli 26
40138 Bologna – Italy
Tel. +39 051 534015
Fax +39 051 530085
Part. IVA 0094778-0375

centro.ceramico@centroceramico.it
www.centroceramico.it

Viale Valle d'Aosta 1
41049 Sassuolo (MO) – Italy
Tel. +39 0536 802154
Fax +39 0536 800662

Pagina 2 di 3

E

Pagina 3 di 3

21

4.4 CONCLUSIONE

Le analisi riportate evidenziano la refrattarietà dei materiali stessi in funzione dei bassi tenori di alcali e l'alta percentuale di silice e allumina.

Si tratta di materiali piuttosto eterogenei, con qualità refrattarie disturbate all'interno del giacimento (variabilità della percentuale di caolinite e degli altri minerali fondamentali), che comporterebbe uno sfruttamento difficoltoso delle sole lenti a qualità maggiore.

Alcune porzioni del giacimento risultano ricchissime di caolinite ed estremamente povere di minerali cromofori, purtroppo si tratta di lenti a volumetria ridotta frammiste a materiali con buone caratteristiche refrattarie.

La sola coltivazione delle lenti a qualità maggiore sarebbe anti-economica sia per l'enorme produzione di scarto sia perché andrebbe sprecata la restante porzione di materiale con discrete o buone qualità refrattarie.

Nel complesso la miscelazione del materiale, sia all'interno del singolo cantiere sia proveniente dai due cantieri previsti in progetto, permette di sfruttare al meglio l'intero giacimento e di ottenere un prodotto di qualità, necessario alle produzioni previste dalla Refrattari Motta S.r.l.

5. IDROGEOLOGIA DELL'AREA IN ESAME

La circolazione idrica sotterranea dell'area in esame è molto limitata se non addirittura del tutto inesistente, la spiegazione di questo fenomeno è da ricercarsi in due cause principali: la prima è la posizione rilevata dei terreni in esame e la seconda è la scarsissima permeabilità che i terreni stessi presentano.

Infatti anche se i depositi sono talvolta costituiti da frammenti sabbiosi e/o ghiaiosi al loro interno è sempre presente un'alta percentuale di materiali fini (limi e argille) che ne limitano notevolmente la permeabilità per porosità.

La presenza di acqua nel sottosuolo è possibile in corrispondenza di livelli fratturati o grossolani, con formazione di falde idriche locali, discontinue e poco produttive.

Tuttavia nell'area di miniera non si riscontra la presenza di queste piccole falde locali, infatti non sono state intercettate durante gli scavi di coltivazione mineraria.

L'area di miniera ricade esternamente alle perimetrazioni delle aree di acquifero superficiale o profondo come visibile sulla Tavola 2 del PTA della Regione Piemonte – Dicembre 2018.

Con la DD della Regione Piemonte n. 268 del 21 luglio 2016 si è voluto porre particolare attenzione alla salvaguardia delle aree di ricarica degli acquiferi profondi nei settori di pianura in Piemonte.

Dalle cartografie riportate nell'allegato 1 alla DD sopra citata risulta che l'area in esame ricade tra la fascia tampone, le aree di ricarica degli acquiferi profondi (in piccola parte) e in gran parte esternamente dalle aree interessate da questa perimetrazione.

Non si evidenziano delle particolari limitazioni alla prosecuzione dell'attività estrattiva in oggetto dalla normativa di tutela delle acque sotterranee, e d'altronde anche dallo studio dell'assetto idrogeologico dell'area in esame non è emerso nessun elemento significativo che possa far pensare all'interferenza dell'attività di coltivazione con la tutela degli acquiferi profondi, in quanto si ritiene che nell'area in esame non sia presente un acquifero di questo tipo.

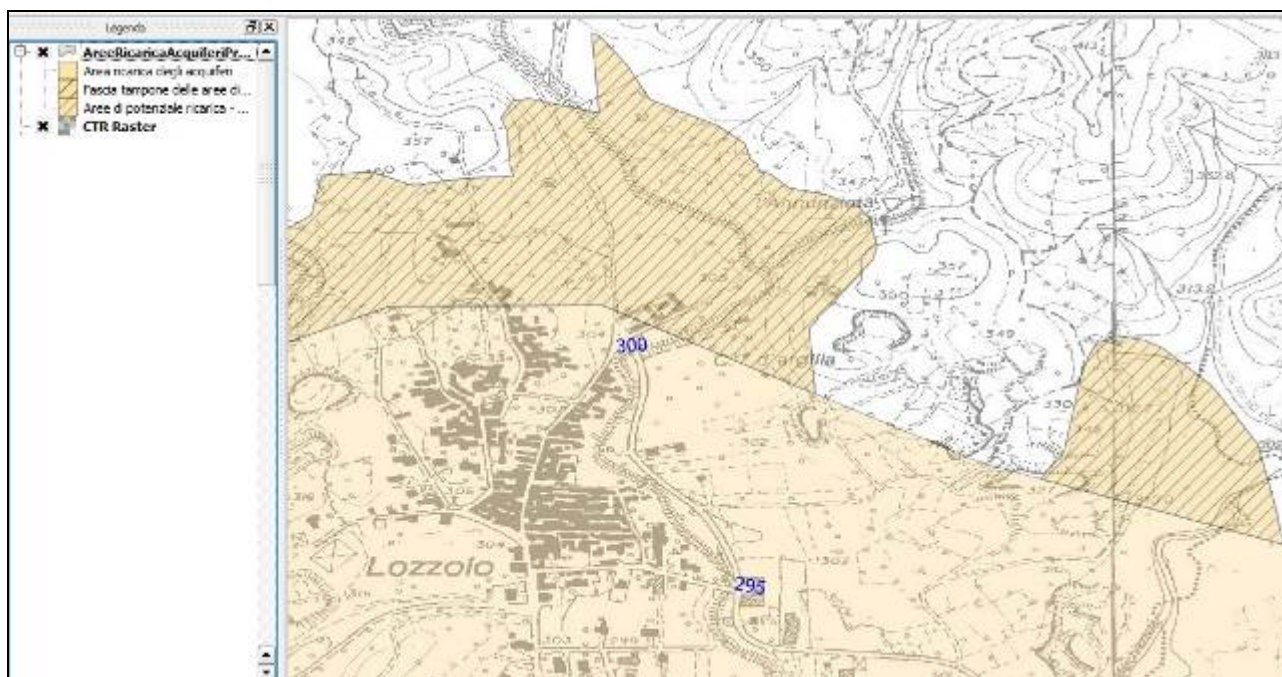


Figura 4: stralcio della Carta delle aree di ricarica degli acquiferi profondi nei settori di pianura vercellese e biellese.

5.1 ANALISI INTERAZIONE POZZO IDROPOTABILE / MINIERA

5.1.1 Premessa

Per la raccolta dei dati del pozzo idropotabile presente nel Comune di Lozzolo (VC), identificato alla particella catastale Foglio 16 particella 209, è stato richiesto l'accesso alla documentazione presente negli archivi del gestore idrico SII S.p.A.

La documentazione trasmessa è consistita in:

- Stratigrafia compilata in fase di esecuzione del pozzo;
- Determinazione regionale 254/2004 in cui vengono definite le aree di salvaguardia del pozzo;
- Rapporti di prova delle analisi chimiche condotte dal gestore negli anni 2017, 2018 e 2019;
- Dichiarazione di inutilizzo da parte del gestore del pozzo nel triennio 2017, 2018 e 2019.

5.1.2 Stato consistenza del pozzo

Il pozzo è stato scavato fino alla profondità di 80 m dal p.c., presenta una serie di finestre a partire da 42,5 m dal p.c., in particolare i tratti filtranti sono:

- Da 42,5 a 47,0 m da p.c.
- Da 51,5 a 56,0 m da p.c.

- Da 60,5 a 65,0 m da p.c.
- Da 69,5 a 74,0 m da p.c.

Non è stato al momento possibile effettuare una misura di soggiacenza diretta dal sottoscritto, tuttavia nella relazione geologica allegata al PRG di Lozzolo è riportata una soggiacenza di 46,95 m, che si può prendere come valore di riferimento.

Il pozzo capta pertanto l'acquifero profondo.

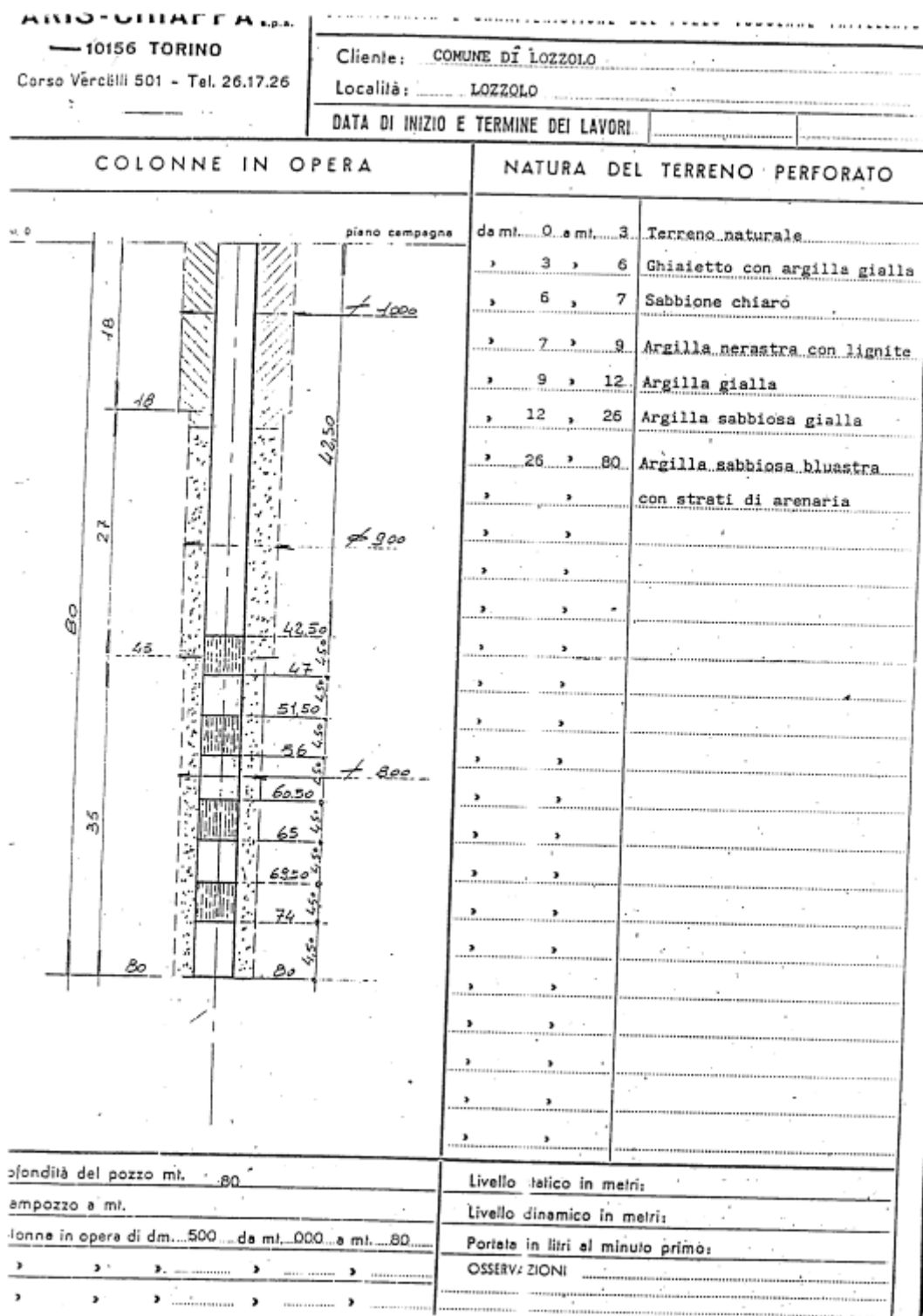


Figura 5: stratigrafia compilata durante il completamento del pozzo idropotabile PIP.

5.1.3 Delimitazione aree di salvaguardia del pozzo

Per la definizione delle aree di salvaguardia del pozzo si rimanda alla Determina Regionale n. 254 del 30 agosto 2004, in tale documento si riportano tutte le prescrizioni e le verifiche che il Comune deve attuare per la salvaguardia dell'opera di captazione.

Si riporta in seguito l'estratto di cartografia che individua le aree di tutela assoluta, tutela ristretta e tutela allargata.

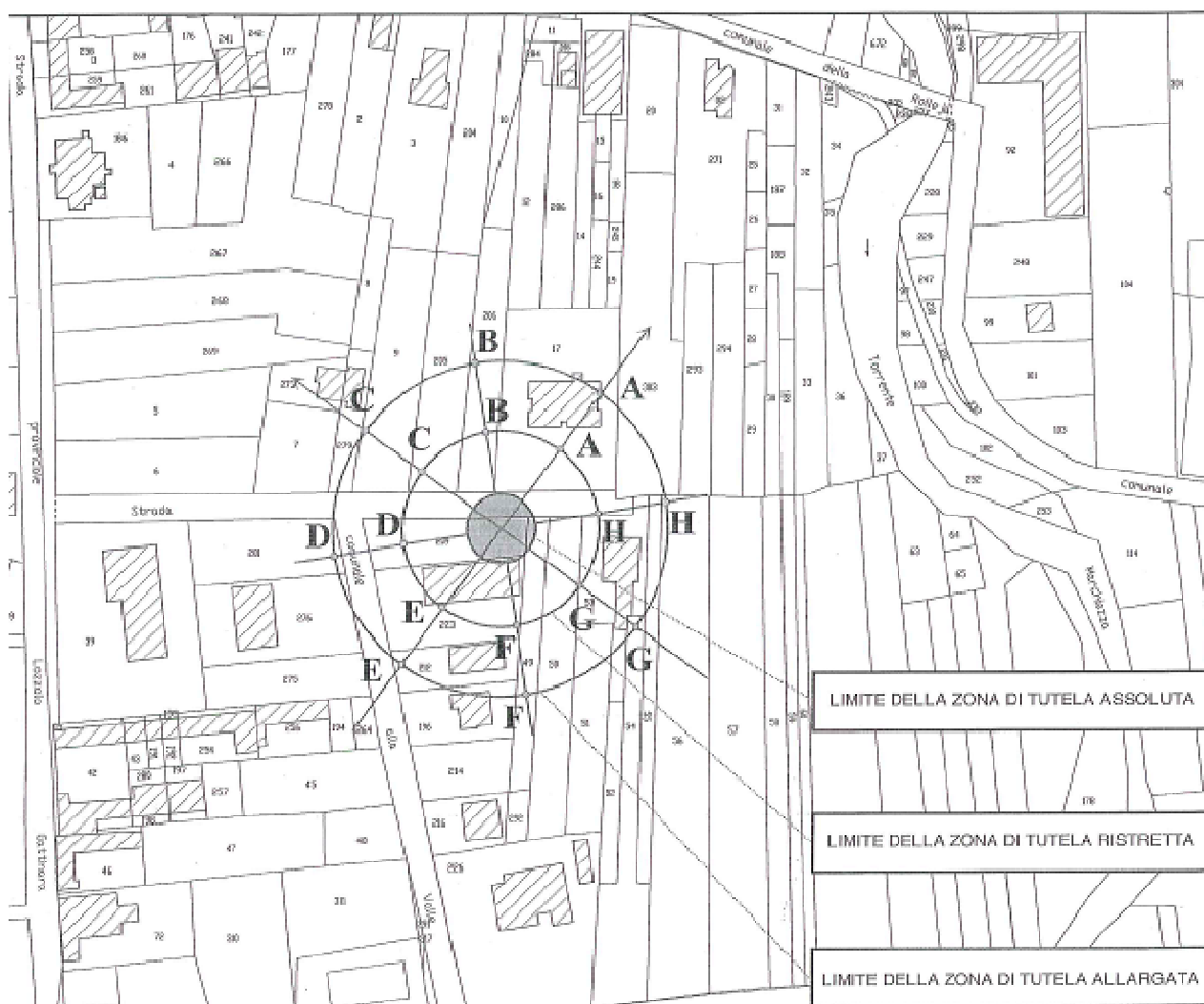


Figura 6: estratto della planimetria su foglio catastale delle aree di salvaguardia del pozzo idropotabile del Comune di Lozzolo (PIP).

In seguito si riportano la posizione del pozzo e le zone di tutela su planimetria CTR per evidenziare la distanza che intercorre tra l'area mineraria e la zona della captazione, la distanza risulta di 570 m circa.

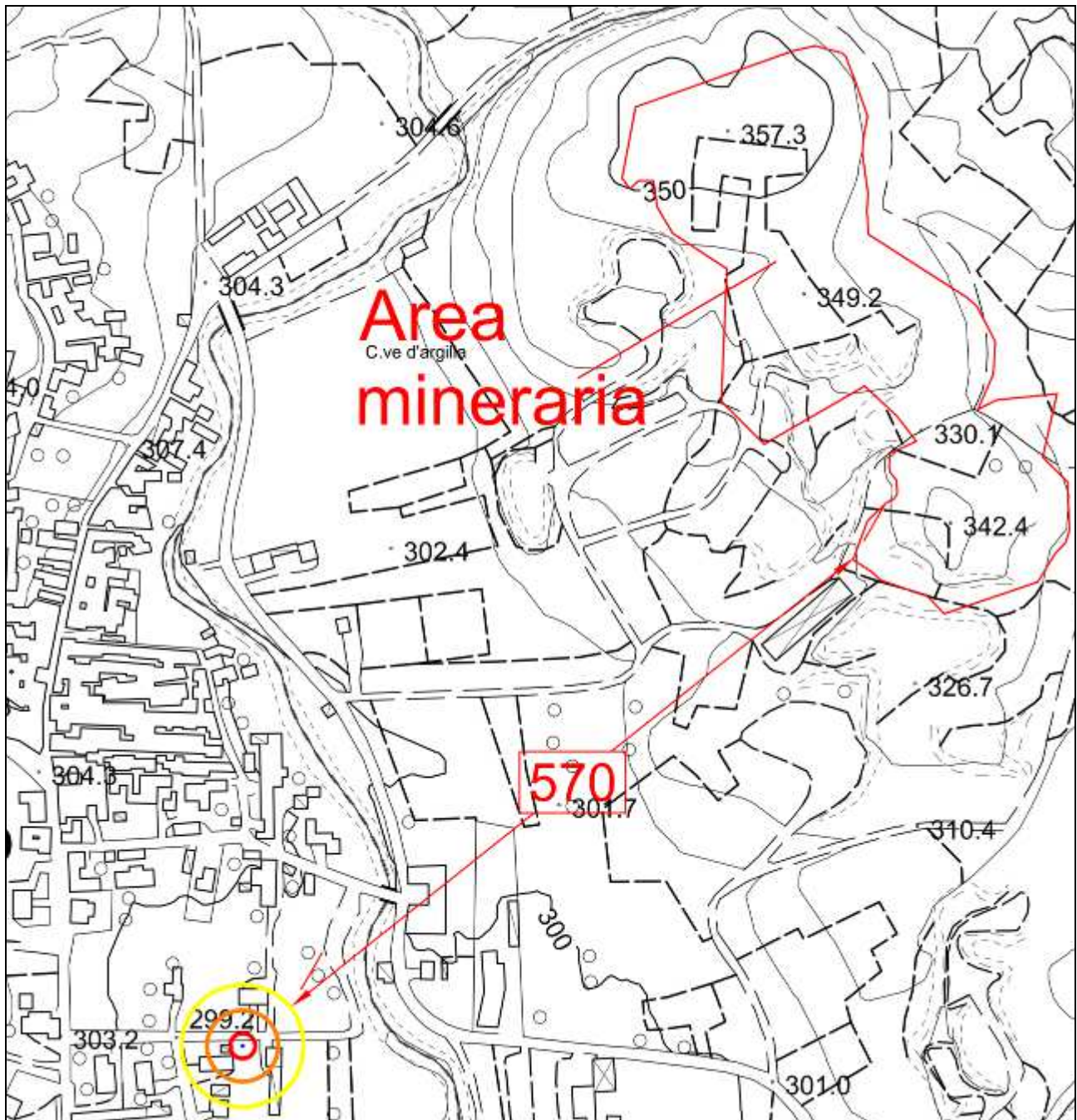


Figura 7: estratto di planimetria su CTR in cui si vedono le aree di salvaguardia del pozzo idropotabile del Comune di Lozzolo (PIP), le aree di richiesta mineraria e la distanza planimetrica tra queste due.

5.1.4 Andamento della falda superficiale e profonda

Per la stesura della Relazione geologica allegata al PRG sono stati raccolti i valori di soggiacenza da 27 pozzi ad uso irriguo-domestico e dal pozzo idropotabile.

I valori registrati sono piuttosto variabili poiché misurati indiscriminatamente tra i pozzi che captano la falda superficiale e la falda profonda.

Utilizzando le misure dei pozzi captanti nella falda superficiale è stata ricostruita la carta della soggiacenza e delle linee isopiezometriche denominata Carta Geidrologica e allegata al PRG di Lozzolo (di cui si riporta in seguito un estratto).

La soggiacenza della falda freatica che risulta da questi dati risulta variabile tra 3,09 m e 5,85 con alcuni valori anomali (7,77 m e 6,52 m), il dato che appare più interessante è che la falda freatica superficiale appare drenata dal torrente Marchiazza, come risulta evidente dalla conformazione delle linee isopiezometriche.

Da questo dato risulta che l'acqua che defluisce in superficie dall'area di miniera non può raggiungere la zona di captazione del pozzo in quanto confluisce nel T. Marchiazza, ma anche la parte di acqua che si infiltra nell'acquifero superficiale non può raggiungere il pozzo idropotabile in quanto su due lati diversi del T. Marchiazza.

Per quanto riguarda la falda profonda non è possibile ricostruirne l'andamento idrodinamico per il numero esiguo di dati di soggiacenza misurati in pozzi captanti nella falda profonda stessa.

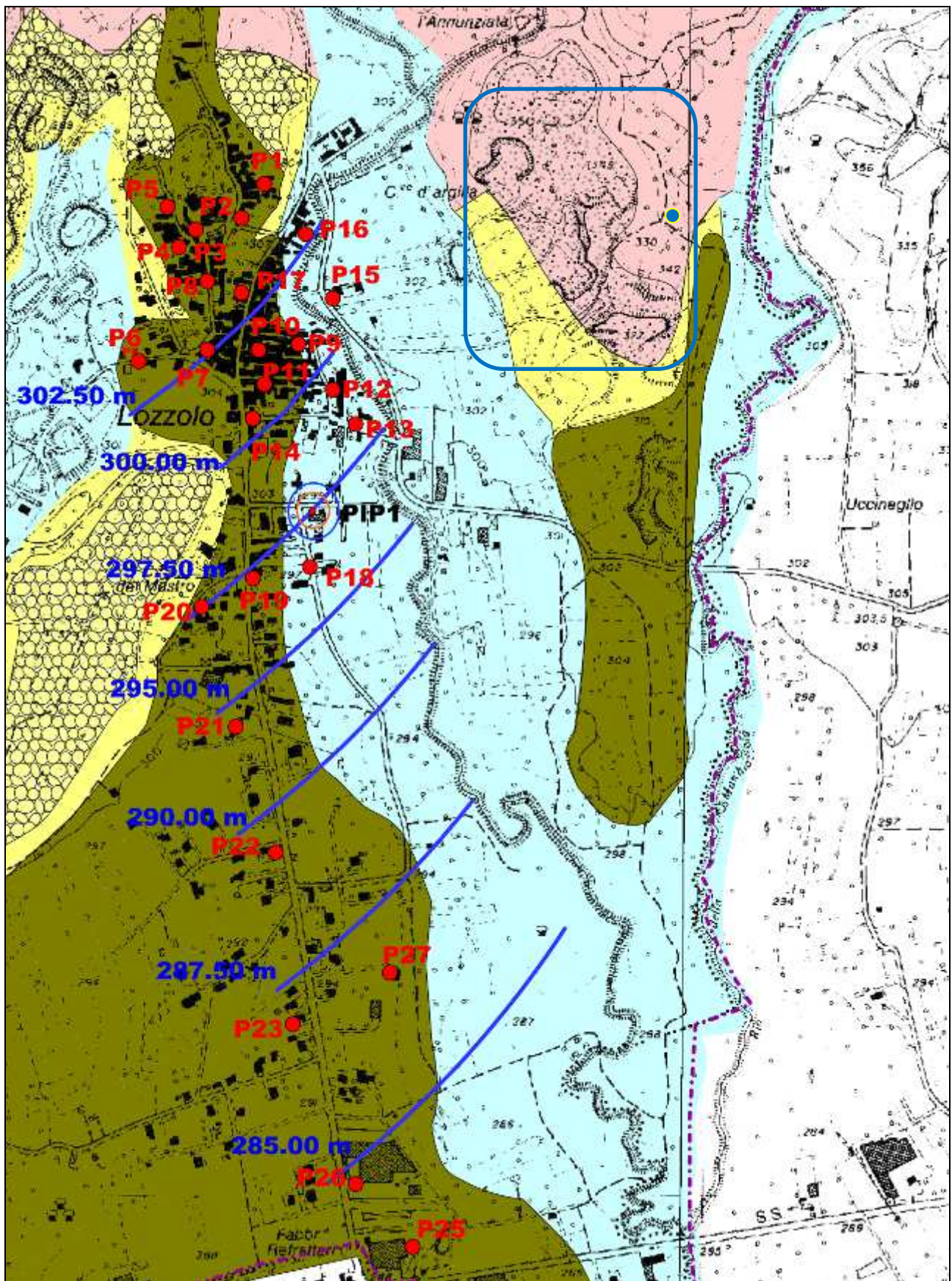


Figura 8: estratto della "Carta idrogeologica" allegata al PRGC di Lozzolo e relativa legenda (pagina seguente), con il rettangolo blu si evidenziano le aree interessate dalle attività minerarie in oggetto, con il pallino blu si evidenzia la posizione di S2 (piezometro).

LEGENDA**TERRENI PERMEABILI PER POROSITA' PRIMARIA****A) TERRENI ALLUVIONALI RECENTI ED ATTUALI**

Terreni ghiaioso-sabbioso-limosi o sabbioso-limoso-ciottolosi inalterati, mediamente permeabili ($K = 10^{-3} - 10^{-5} \text{ cm/sec}$). Per la presenza delle aste fluviali, ancorchè localmente modeste, gli afflussi freatici sono copiosi, particolarmente di importanti afflussi meteorici. La superficie freatica ha così soggiacenze modeste e emerge dando luogo a isolate polluzioni sorgive nei settori vallivi.

B) TERRENI FLUVIO GLACIALI AFFIORANTI IN CORRISPONDENZA DELL'ALTA PIANURA

Terreni notevolmente grossolani ed eterometrici a taglia granulometrica ghiaiosa, variamente alterati, con elevato indice dei vuoti. Permeabilità (K) sempre superiore a 10^{-3} cm/sec , ove non profondamente alterati. Gli afflussi freatici sono variabili in relazione alla diversa collocazione morfologica, risultando comunque significativi al disciogliersi delle nevi o di importanti afflussi meteorici. La soggiacenza della superficie freatica è solitamente pronunciata per il disturbo dato dalle scarpate presenti al raccordo con le incisioni dei corsi d'acqua attuali.

TERRENI PERMEABILI PER POROSITA' SECONDARIA**A) PRODOTTI DI ALTERAZIONE DELLA ROCCIA PORFIRICA**

Terreni essenzialmente sabbioso-ghiaiosi pseudocoerenti, discretamente permeabili ($K = 10^{-2} - 10^{-3} \text{ cm/sec}$) ove risultino scarsamente caolinizzati. Essendo localizzati in corrispondenza di dorsali collinari, l'alimentazione è episodica e legata agli afflussi meteorici. Non si individuano di norma in tali contesti importanti polluzioni sorgive.

TERRENI NON PERMEABILI PER POROSITA' PRIMARIA**A) ROCCE PORFIRICHE**

Litotipi cristallini costituenti il basamento lapideo, rappresentati in prevalenza da ignimbriti rossastre massicce, principalmente sane e fresche, localmente fratturate e/o alterate. Tali litotipi possono presentare permeabilità per fratturazione di grado variabile. I sistemi di frattura, ove estesi e continui, individuano un importante elemento di afflusso per possibili apporti idrici di infiltrazione, i quali drenano verso il piede dei pendii, emergendo localmente per motivi morfologici o strutturali.

B) SEDIMENTI PLIOCENICO-VILAFRANCHIANI

terreni marini regressivi pliocenico-villafranchiani rappresentati in prevalenza da sabbie e silt-sabbiosi o sabbioso-siltosi per lo più scarsamente permeabili ($K < 10^{-6} \text{ cm/sec}$). In profondità presentano subordinati livelli intercalati aventi granulometria più grossolana ($K > 10^{-4} \text{ cm/sec}$), i quali drenano falde profonde, in massima parte salienti.

C) SEDIMENTI PLIOCENICO-VILAFRANCHIANI

terreni marini regressivi pliocenico-villafranchiani rappresentati in prevalenza da sabbie e più subordinatamente da silt-sabbiosi, piuttosto alterate. Le facies sabbiose sono discretamente permeabili ($K > 10^{-4} \text{ cm/sec}$), mentre le facies siltose hanno bassa conducibilità idraulica ($K < 10^{-6} \text{ cm/sec}$). In profondità si rilevano subordinati livelli intercalati aventi granulometria più grossolana ($K > 10^{-3} \text{ cm/sec}$), i quali drenano falde profonde, in massima parte salienti.

Simboli

Pip ★ pozzi idropotabili

P ● pozzi ad uso diverso dall'idropotabile

295.00 m

andamento delle isofreatiche (soggiacenze estratte da indagine idrogeologica redatta da Dott. Geol. Gaetano ROMANO - Febbraio 2004)



aree umide, settori sede di possibili ristagni idrici



zona di rispetto captazione idropotabile comunale (Isocrone Tr 60gg e 180 gg) ridefinita a seguito di studi idrogeologici ed approvata da Regione Piemonte



confine comunale

La quota a cui capta il pozzo idropotabile è compresa tra circa: 256,5 m s.l.m., infatti:

299 m (s.l.m., quota topografica da CTR del pozzo) – 42,5 m (profondità 1° tratto filtrante) = **256,5 m s.l.m..**

299 m (s.l.m., quota topografica da CTR del pozzo) – 80,0 m (profondità fondo opera di captazione) = **219,0 m s.l.m..**

L'altitudine del fondoscavo del cantiere (Rolleja) a quota topografica minore è pari a 320 m s.l.m., per cui il fondoscavo si trova ad **oltre 50 m** più in alto della quota di captazione del pozzo idropotabile e ad una distanza planimetrica di **oltre 570 m**.

La geometria e la geologia della situazione vengono schematizzate nella sezione riportata in seguito e passante da PIP e da S2, i limiti superficiali sono ripresi dalla Carta Geologica allegata al PRGC di Lozzolo ⁽²⁾.

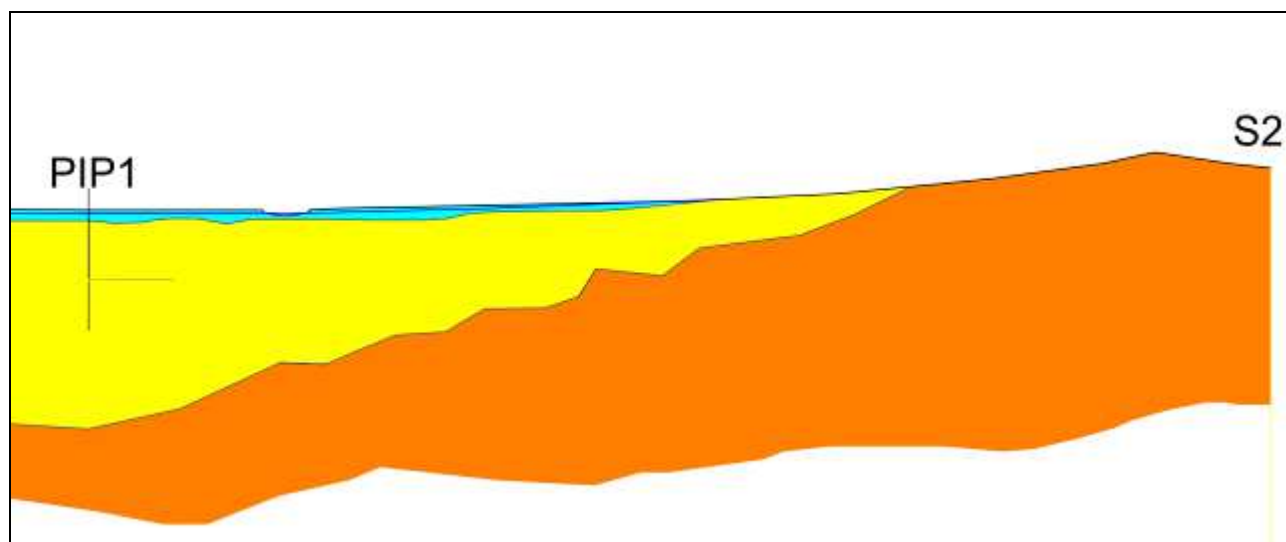


Figura 9: sezione idrostratigrafica con riportati i limiti tra le formazioni identificate in figura 9.

Per verificare lo stato di alterazione delle acque captate dal pozzo si sono studiate le analisi di laboratorio condotte dalla società gestrice del servizio idrico (SII S.p.a.) condotte nell'ultimo triennio (2017-2019).

⁽²⁾ Dott. Geol. Zantonelli, "Studi geologico tecnici inerenti verifiche di compatibilità idrogeologica ed idraulica PRGC ai sensi della Circolare n° 7/LAP/1996 – Carta Geologica strutturale con sezioni litostratigrafiche – Elaborato A.T.G.09", 15/11/2006.

Dalle analisi si vede come la qualità delle acque soddisfa i limiti per le acque potabili e come nel periodo di attività della miniera i parametri non appaiono peggiorati.

	u.m.	2017	2018	2019
pH	UNITA' DI PH	6,68	6,48	6,59
Conducibilità	µS.cm-1 a 20°C	218	195	216
Fluoruri	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10
Cloruri	mg/l	17,4	16,0	14,7
Nitriti	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05
Nitrati	mg/l	19,6	20,1	17,9
Solfati	mg/l	7,5	8,4	8,0
Ammonio	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05
Nichel	µg/l	6	<5	<5
Cromo totale	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0
Manganese	µg/l	7	13	14
Ferro	µg/l	160	89	48
Alluminio	µg/l	<20	<20	<20
Zinco	mg/l	0,11	0,61	0,81
Rame	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmio	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0
Piombo	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0
Potassio	mg/l	3,0	3,1	3,0
Sodio	mg/l	13,9	12,9	13,0
Calcio	mg/l	13,4	15,3	15,9
Magnesio	mg/l	6,1	6,2	5,8
Durezza Totale	°F	5,9	6,4	6,4
Batteri coliformi a 37°C	MPN/100ml	0	0	0
Escherichia coli	MPN/100ml	0	0	0
Enterococchi	MPN/100ml	0	0	0

Figura 10: tabella riassuntiva dei parametri ricercati nelle analisi delle acque del pozzo PIP nel triennio 2017-2019.



Servizio Idrico Integrato
del Biellese e Vercellese S.p.A.

Strada Comunale Cerrione-Magnonevolo

13882 Cerrione (BI)

Tel. : 015-2583666 - Fax : 015-2583665

Sito : www.siiispa.it - Email : laboratorio.analisi@siiispa.it

Rapporto di Prova N. 468 /P/2017

Cerrione 17/03/2017

Richiedente:	S.I.I. SpA
Comune:	LOZZOLO
Luogo Prelievo:	POZZO CAPOLUOGO
Numero campione:	468/P
Data ricevimento:	13/03/17
Data inizio prove:	13/03/17
Data termine prove:	16/03/17
Caratteristiche campione:	ACQUE POTABILI
Prodotto dichiarato:	Pozzo senza impianto di trattamento
Motivo Prelevamento:	Analisi ASL/ARPA (sostituisce Routine)
Prelevato da:	Gambro Giorgio
Data Prelievo:	13/03/17

Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.

Prova	U.M.	Valore	Incertezza	Limite	Metodo
pH	UNITA' DI PH	6,68	± 0,1	[6,5; 9,5] ⁽¹⁾	APAT CNR-IRSA 2060 Man 29/2003
Conducibilità	µS cm-1 a 20°C	218		2500 ⁽¹⁾	APAT CNR-IRSA 2030 Man 29/2003
Fluoruri	mg/l	< 0,10		1,5 ⁽¹⁾	LAB-IO-02
Cloruri	mg/l	17,4	± 1,7	250 ⁽¹⁾	LAB-IO-02
Nitriti	mg/l	< 0,05		0,5 ⁽¹⁾	LAB-IO-02
Nitrati	mg/l	19,6	± 3,92	50 ⁽¹⁾	LAB-IO-02
Solfati	mg/l	7,5	± 2,25	250 ⁽¹⁾	LAB-IO-02
Ammonio	mg/l	< 0,05		0,5 ⁽¹⁾	LAB-IO-22
Nichel	µg/l	6	± 1	20 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Cromo totale	µg/l	< 1,0		50 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Manganese	µg/l	7	± 1	50 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Ferro	µg/l	160	± 32	200 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Alluminio	µg/l	< 20		200 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Zinco	mg/l	0,11	± 0,02		LAB-IO-23
Rame	mg/l	< 0,1		1 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Cadmio	µg/l	< 1,0		5 ⁽¹⁾	LAB-IO-22
Piombo	µg/l	< 5,0		10 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Potassio	mg/l	3,0	± 0,6		LAB-IO-22
Sodio	mg/l	13,9	± 1,4	200 ⁽¹⁾	LAB-IO-22
Calcio	mg/l	13,4			LAB-IO-23
Magnesio	mg/l	6,1			LAB-IO-23
Durezza totale	°F	5,9			Calcolo
Batteri coliformi a 37°C	MPN/100 ml	0		0 ⁽¹⁾	ISS A 006A
Escherichia coli	MPN/100 ml	0		0 ⁽¹⁾	ISS A 001A



Servizio Idrico Integrato
del Biellese e Vercellese S.p.A.

Rapporto di Prova N. 468 /P/2017

Richiedente: S.I.I. SpA
Comune: LOZZOLO
Luogo Prelievo: POZZO CAPOLUOGO

Prova	U.M.	Valore	Incertezza	Limite	Metodo
Enterococchi	MPN/100 ml	0		0 ⁽¹⁾	Idexx Application

(1) D. Lgs. 31/01

Il Responsabile del Laboratorio
Dott. *Fabrizio Nafisso*



Servizio Idrico Integrato
del Biellese e Vercellese S.p.A.

Strada Comunale Cerrione-Magnonevolo
13882 Cerrione (BI)
Tel. : 015-2583666 - Fax : 015-2583665
Sito : www.sispa.it - Email : laboratorio.analisi@sispa.it

Rapporto di Prova N. 394 /P/2018

Cerrione 15/03/2018

Richiedente:	S.I.I. SpA						
Comune:	LOZZOLO						
Luogo Prelievo:	POZZO CAPOLUOGO						
Numero campione:	394/P	Data ricevimento:	13/03/18	Data inizio prove:	13/03/18	Data termine prove:	15/03/18
Caratteristiche campione:	ACQUE POTABILI						
Prodotto dichiarato:	Pozzo senza impianto di trattamento						
Motivo Prelevamento:	Analisi ASL/ARPA (sostituisce Routine)						
Prelevato da:	Gambro Giorgio				Data Prelievo:	13/03/18	

Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.

Prova	U.M.	Valore	Incertezza	Limite	Metodo
pH	UNITA' DI PH	6,48	± 0,1	[6,5; 9,5] ⁽¹⁾	APAT CNR-IRSA 2060 Man 29/2003
Conducibilità	µS cm-1 a 20°C	195		2500 ⁽¹⁾	APAT CNR-IRSA 2030 Man 29/2003
Fluoruri	mg/l	< 0,10		1,5 ⁽¹⁾	LAB-IO-02
Cloruri	mg/l	16,0	± 1,6	250 ⁽¹⁾	LAB-IO-02
Nitriti	mg/l	< 0,05		0,5 ⁽¹⁾	LAB-IO-02
Nitrati	mg/l	20,1	± 2,01	50 ⁽¹⁾	LAB-IO-02
Solfati	mg/l	8,4	± 2,52	250 ⁽¹⁾	LAB-IO-02
Ammonio	mg/l	< 0,05		0,5 ⁽¹⁾	LAB-IO-22
Nichel	µg/l	< 5		20 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Cromo totale	µg/l	< 1,0		50 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Manganese	µg/l	13	± 3	50 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Ferro	µg/l	89	± 18	200 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Alluminio	µg/l	< 20		200 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Zinco	mg/l	0,61	± 0,12		LAB-IO-23
Rame	mg/l	< 0,1		1 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Cadmio	µg/l	< 1,0		5 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Piombo	µg/l	< 5,0		10 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Potassio	mg/l	3,1	± 0,6		LAB-IO-22
Sodio	mg/l	12,9	± 1,3	200 ⁽¹⁾	LAB-IO-22
Calcio	mg/l	15,3			LAB-IO-23
Magnesio	mg/l	6,2			LAB-IO-23
Durezza totale	°F	6,4			Calcolo
Batteri coliformi a 37°C	MPN/100 ml	0		0 ⁽¹⁾	ISS A 006A
Escherichia coli	MPN/100 ml	0		0 ⁽¹⁾	ISS A 001A

Pagina 1 di 2



Servizio Idrico Integrato
del Biellese e Vercellese S.p.A.

Rapporto di Prova N. 394 /P/2018

Richiedente: S.I.I. SpA

Comune: LOZZOLO

Luogo Prelievo: POZZO CAPOLUOGO

Prova	U.M.	Valore	Incertezza	Limite	Metodo
Enterococchi	MPN/100 ml	0		0 ⁽¹⁾	Idexx Application

(1) D. Lgs. 31/01

Il Responsabile del Laboratorio
Dott. Fabrizio Malesso



Servizio Idrico Integrato
del Biellese e Vercellese S.p.A.

Strada Comunale Cerrione-Magnonevolo
13882 Cerrione (BI)
Tel. : 015-2583666 - Fax : 015-2583665
Sito : www.siiipa.it - Email : laboratorio.analisi@siiipa.it

Rapporto di Prova N. 539 /P/2019

Cerrione 01/04/2019

Richiedente:	S.I.I. SpA						
Comune:	LOZZOLO						
Luogo Prelievo:	POZZO CAPOLUOGO						
Numero campione:	539/P	Data ricevimento:	27/03/19	Data inizio prove:	27/03/19	Data termine prove:	29/03/19
Caratteristiche campione:	ACQUE POTABILI						
Prodotto dichiarato:	Pozzo prima della clorazione						
Motivo Prelevamento:	Analisi ASL/ARPA (sostituisce Routine)						
Prelevato da:	Gambro Giorgio			Data Prelievo:	27/03/19		

Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.

Prova	U.M.	Valore	Incertezza	Limite	Metodo
pH	UNITA' DI PH	6,59	± 0,1	[6,5; 9,5] ⁽¹⁾	APAT CNR-IRSA 2060 Man 29/2003
Conducibilità	µS cm-1 a 20°C	216		2500 ⁽¹⁾	APAT CNR-IRSA 2030 Man 29/2003
Fluoruri	mg/l	< 0,10		1,5 ⁽¹⁾	LAB-IO-02
Cloruri	mg/l	14,7	± 1,5	250 ⁽¹⁾	LAB-IO-02
Nitriti	mg/l	< 0,05		0,5 ⁽¹⁾	LAB-IO-02
Nitrati	mg/l	17,9	± 1,79	50 ⁽¹⁾	LAB-IO-02
Solfati	mg/l	8,0	± 2,40	250 ⁽¹⁾	LAB-IO-02
Ammonio	mg/l	< 0,05		0,5 ⁽¹⁾	LAB-IO-22
Nichel	µg/l	< 5		20 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Cromo totale	µg/l	< 1,0		50 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Manganese	µg/l	14	± 3	50 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Ferro	µg/l	48	± 10	200 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Alluminio	µg/l	< 20		200 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Zinco	mg/l	0,81	± 0,16		LAB-IO-23
Rame	mg/l	< 0,1		1 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Cadmio	µg/l	< 1,0		5 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Piombo	µg/l	< 5,0		10 ⁽¹⁾	LAB-IO-23
Potassio	mg/l	3,0	± 0,6		LAB-IO-22
Sodio	mg/l	13,0	± 1,3	200 ⁽¹⁾	LAB-IO-22
Calcio	mg/l	15,9			LAB-IO-23
Magnesio	mg/l	5,8			LAB-IO-23
Durezza totale	°F	6,4			Calcolo
Batteri coliformi a 37°C	MPN/100 ml	0			UNI EN ISO 9308-2:2014
Escherichia coli	MPN/100 ml	0			UNI EN ISO 9308-2:2014

Pagina 1 di 2



Servizio Idrico Integrato
del Biellese e Vercellese S.p.A.

Rapporto di Prova N. 539 /P/2019

Richiedente:	S.I.I. SpA				
Comune:	LOZZOLO				
Luogo Prelievo:	POZZO CAPOLUOGO				
Prova	U.M.	Valore	Incertezza	Limite	Metodo
Enterococchi	MPN/100 ml	0			UNI EN ISO 7899-2:2003

(1) D. Lgs. 31/01

Il Responsabile del Laboratorio
Dott. *Poliziano Maresco*

Per concludere si segnala come il pozzo non viene utilizzato per l'approvvigionamento idrico potabile del Comune di Lozzolo da almeno tre anni, il consumo indicato è legato solamente alle operazioni di spurgo per le attività di campionamento, come da segnalazione della società gestrice del servizio idrico (SII S.p.a.), riportata in seguito.



Servizio Idrico Integrato del Biellese e Vercellese S.p.A.

Data, protocollo e riferimento firma nella Segnatura.xml

OGGETTO: Accesso agli atti
amministrativi del 11/03/2020 -
documentazione pozzo Lozzolo

Spett.le Dott.
Riccardo Frencia

PEC:
riccardo.frenca@epap.sicurezzapostale.it

In merito all'istanza in oggetto si trasmettono in allegato i seguenti documenti:

- Determina regionale 254/2004 di definizione dell'area di salvaguardia
- Stratigrafia del pozzo
- Rapporti di prova delle analisi condotte dal laboratorio della scrivente negli ultimi tre anni (2017-2018-2019)

Si deve precisare che il pozzo non è utilizzato per l'approvvigionamento idropotabile del comune di Lozzolo ma è mantenuto in vita solo come scorta per l'attivazione in emergenza in caso di eventuali crisi idriche.

Di seguito i consumi del pozzo degli ultimi tre anni, consumi dovuti all'attività di spurgo del pozzo stesso per consentire il campionamento adeguato di aliquote di acqua da analizzare

Anno	mc
2017	839
2018	648
2019	504

Si resta a disposizione per eventuali chiarimenti in merito e si porgono distinti saluti.

IL RESPONSABILE ANTICORRUZIONE E TRASPARENZA
(dott.ssa Francesca D'Addesio)

Via F.lli Bandiera, 16 - 13100 Vercelli
C.F./P.IVA 94005970028 / 01985420023
PEC: silsa@legaimail.it

www.silsa.it



6. PROVE INFILTROMETRICHE E PERMEABILITÀ

6.1 PROVE ESEGUITE E RISULTATI OTTENUTI

Per determinare con precisione la permeabilità dei litotipi presenti nell'area di miniera sono state eseguite le seguenti prove di permeabilità/infiltrometriche.

Area Rolleja:

- 2 prove infiltrometriche con infiltrometro a doppio anello, poste a profondità diverse: 1,0 e 1,5 m da p.c.;
- 1 prova con permeametro di Boutwell, con infissione del tubo a circa 30 cm da p.c.

Area Bongiana:

- 2 prove infiltrometriche con infiltrometro a doppio anello, poste a profondità diverse: 1,0 e 1,5 m da p.c.;
- 1 prova con permeametro di Boutwell, con infissione del tubo a circa 30 cm da p.c.

Tutte le prove eseguite sono state realizzate sull'attuale fondoscavo delle aree interessate dal progetto, che corrisponde all'incirca alla medesima quota che verrà raggiunta dagli scavi in progetto.

In totale sono stati misurati 6 valori di conducibilità idraulica, di seguito si riportano le schede con i dati raccolti e i valori di permeabilità calcolati secondo le formule interpretative indicate sulle schede stesse.

Data:	03-04/03/2020	Località:	Rolleja - Lozzolo	Operatore	Frenia
Profondità prova (m da p.c.)	1,0 m da p.c.	Profondità infissione (m)	0,04	Area cilindro interno (mq)	0,070685835
Raggio cilindro (m)	0,15	Altezza cilindro (m)	0,40		

Tempo (s)	Intervallo tempo (s)	Livello serbatoio (m)	Diff. Letture (m)	Acqua infiltrata (mc)	Inf. Cumulata (mc)	Portata mc/s
0	0	0,36	0,00	0	0	0
60	60	0,22	0,14	0,009896017	0,009896017	1,65E-04
120	60	0,18	0,04	0,002827433	0,01272345	1,06E-04
600	480	0,15	0,03	0,002120575	0,004948008	8,25E-06
2460	1860	0,10	0,05	0,003534292	0,005654867	2,30E-06
86400	83940	0,01	0,09	0,006361725	0,009896017	1,15E-07

INTERPRETAZIONE

Conducibilità idraulica m/s
2,59E-04
2,73E-04
2,59E-05
8,67E-06
6,48E-07

$$k = \frac{Q \cdot L}{A \cdot H}$$

dove:
Q = portata
L = profondità infissione
A = area anello interno
H = battente idraulico

Conducibilità idraulica m/s
1,22E-04
3,47E-05
3,26E-06
1,40E-06
5,58E-08

$$k = \frac{d \cdot (h_2 - h_1)}{32 \cdot (t_2 - t_1) \cdot hm}$$

dove:
d = diametro
h2-h1 = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo t2-t1
t2-t1 = intervallo di tempo
hm = altezza media dell'acqua nel pozzetto (hm > d/4)



Data:	03-04/03/2020	Località:	Rolleja - Lozzolo	Operatore	Frenia
Profondità prova (m da p.c.)	1,5 m da p.c.	Profondità infissione (m)	0,04	Area cilindro interno (mq)	0,070685835
Raggio cilindro (m)	0,15	Altezza cilindro (m)	0,40		

Tempo (s)	Intervallo tempo (s)	Livello serbatoio (m)	Diff. Letture (m)	Acqua infiltrata (mc)	Inf. Cumulata (mc)	Portata mc/s
0	0	0,36	0,00	0	0	0
60	60	0,24	0,12	0,0084823	0,0084823	1,41E-04
120	60	0,22	0,02	0,001413717	0,009896017	8,25E-05
600	480	0,20	0,02	0,001413717	0,002827433	4,71E-06
2460	1860	0,16	0,04	0,002827433	0,00424115	1,72E-06
86400	83940	0,03	0,13	0,009189159	0,012016592	1,39E-07

INTERPRETAZIONE

Conducibilità idraulica m/s	
2,22E-04	
1,94E-04	
1,21E-05	
4,88E-06	
4,92E-07	

$$k = \frac{Q \cdot L}{A \cdot H}$$

dove:
Q = portata
L = profondità infissione
A = area anello interno
H = battente idraulico

Conducibilità idraulica m/s	
1,04E-04	
1,74E-05	
2,17E-06	
1,12E-06	
8,07E-08	

$$k = \frac{d \cdot (h_2 - h_1)}{32 \cdot (t_2 - t_1) \cdot hm}$$

dove:
d = diametro
h2-h1 = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo t2-t1
t2-t1 = intervallo di tempo
hm = altezza media dell'acqua nel pozzetto (hm > d/4)



Data:	03-04/03/2020	Località:	Bongiana - Lozzolo	Operatore	Frenia
Profondità prova (m da p.c.)	1,0 m da p.c.	Profondità infissione (m)	0,10	Area cilindro interno (mq)	0,070685835
Raggio cilindro (m)	0,15	Altezza cilindro (m)	0,40		

Tempo (s)	Intervallo tempo (s)	Livello serbatoio (m)	Diff. Letture (m)	Acqua infiltrata (mc)	Inf. Cumulata (mc)	Portata mc/s
0	0	0,30	0,00	0	0	0
60	60	0,17	0,13	0,009189159	0,009189159	1,53E-04
120	60	0,15	0,02	0,001413717	0,010602875	8,84E-05
6000	5880	0,10	0,05	0,003534292	0,004948008	8,25E-07
12000	6000	0,08	0,02	0,001413717	0,004948008	4,12E-07
86000	74000	0,02	0,06	0,00424115	0,005654867	6,58E-08

INTERPRETAZIONE

Conducibilità idraulica m/s
7,22E-04
7,35E-04
7,78E-06
5,83E-06
1,16E-06

$$k = \frac{Q \cdot L}{A \cdot H}$$

dove:
Q = portata
L = profondità infissione
A = area anello interno
H = battente idraulico

Conducibilità idraulica m/s
1,35E-04
2,08E-05
5,31E-07
2,08E-07
5,07E-08

$$k = \frac{d \cdot (h_2 - h_1)}{32 \cdot (t_2 - t_1) \cdot hm}$$

dove:
d = diametro
h2-h1 = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo t2-t1
t2-t1 = intervallo di tempo
hm = altezza media dell'acqua nel pozzetto (hm > d/4)



Data:	03-04/03/2020	Località:	Bongiana - Lozzolo	Operatore	Frenia
Profondità prova (m da p.c.)	1,5 m da p.c.	Profondità infiltrazione (m)	0,10	Area cilindro interno (mq)	0,070685835
Raggio cilindro (m)	0,15	Altezza cilindro (m)	0,40		

Tempo (s)	Intervallo tempo (s)	Livello serbatoio (m)	Diff. Letture (m)	Acqua infiltrata (mc)	Inf. Cumulata (mc)	Portata mc/s
0	0	0,30	0,00	0	0	0
60	60	0,20	0,10	0,007068583	0,007068583	1,18E-04
120	60	0,18	0,02	0,001413717	0,0084823	7,07E-05
600	480	0,16	0,02	0,001413717	0,002827433	4,71E-06
6120	5520	0,05	0,11	0,007775442	0,009189159	1,50E-06
86400	80280	0,01	0,04	0,002827433	0,010602875	1,23E-07

INTERPRETAZIONE

Conducibilità idraulica m/s
5,56E-04
5,00E-04
3,70E-05
1,33E-05
3,47E-06

$$k = \frac{Q \cdot L}{A \cdot H}$$

dove:
 Q = portata
 L = profondità infiltrazione
 A = area anello interno
 H = battente idraulico

Conducibilità idraulica m/s
1,04E-04
2,08E-05
2,60E-06
1,25E-06
3,11E-08

$$k = \frac{d \cdot (h_2 - h_1)}{32 \cdot (t_2 - t_1) \cdot hm}$$

dove:
 d = diametro
 h₂-h₁ = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo t₂-t₁
 t₂-t₁ = intervallo di tempo
 hm = altezza media dell'acqua nel pozzetto (hm > d/4)



Prova Boutwell - permeabilità verticale

Data:	03-04-05/03/2020	Località:	Miniera - Lozzolo	Operatore	Frenia
Profondità prova (m da p.c.)	p.c.	Profondità infissione (m)	0,30		
Diametro tubo 1 (cm)	1,5	Diametro tubo 2 (cm)	10	Altezza tubo (cm)	103

Dati rilevati Boutwell Rolleja			
t (s)	h lettura	h totale	
0	90	193	
82800	37	140	
169200	12	115	

Installazione h 18:29 del 03/03/2020
Lettura 1 h 17:29 del 04/03/2020 abbassamento 1,2 mm nel tubo grande

K1 (t2)	2,49E-07 cm/s	k medio misurato=	1,98E-07 cm/s	1,98E-09 m/s
K1 (t3)	1,46E-07 cm/s			

Dati rilevati Boutwell Bongiana			
t (s)	h lettura	h totale	
0	90	193	
72000	68	171	
144000	49	152	

Installazione h 16:09 del 03/03/2020
Lettura 1 h 17:09 del 04/03/2020 abbassamento 5 mm nel tubo grande

K1 (t2)	1,08E-07 cm/s	k medio misurato=	1,07E-07 cm/s	1,07E-09 m/s
K1 (t2)	1,05E-07 cm/s			



Figura 11: immagini fotografiche del permeametro di tipo Boutwell installato nell'area Rolleja.



Figura 12: immagini fotografiche del permeametro di tipo Boutwell installato nell'area Bongiana.

A seconda della strumentazione utilizzata e della metodologia interpretativa si sono ottenuti i seguenti valori di conducibilità idraulica:

Area mineraria	Permeabilità Boutwell	Permeabilità doppio anello 1 (prof. 1,0)	Permeabilità doppio anello 2 (prof. 1,0)	Permeabilità doppio anello 1 (prof. 1,5)	Permeabilità doppio anello 2 (prof. 1,5)
Rolleja	$1,98 \cdot 10^{-9}$	$6,48 \cdot 10^{-7}$	$5,58 \cdot 10^{-8}$	$4,92 \cdot 10^{-7}$	$8,08 \cdot 10^{-8}$
Bongiana	$1,07 \cdot 10^{-9}$	$1,16 \cdot 10^{-6}$	$5,07 \cdot 10^{-8}$	$3,47 \cdot 10^{-6}$	$3,11 \cdot 10^{-8}$

La variabilità è compresa tra $3,47 \cdot 10^{-6}$ e $1,07 \cdot 10^{-9}$, con un valore mediano di $6,83 \cdot 10^{-8}$.

Come si vede dalla tabella seguente il valore di permeabilità dei terreni presenti tra la profondità di 0,3/1,5 m da p.c. nel fondiscavo delle aree di intervento varia da “basso” a “molto basso” al limite con “impermeabile”.

k (cm/s)	10^2	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
k (m/s)	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
Classi di permeabilità	EE	Elevata	Buona	Discreta	Bassa	BB	Impermeabile					
Tipi di terreno	Ghiaie pulite		Sabbie grossolane pulite e miscele di sabbie e ghiaie		Sabbie fini	Miscele di sabbie e limi		Limi argillosi e argille limose, fanghi argillosi		Argille omogenee e compatte		

Figura 13: tabella permeabilità dei terreni.

Nella tabella seguente, tratta dalle pubblicazioni della Regione Basilicata per gli studi di vulnerabilità idrogeologica, si vede come i terreni in sito (argille e limi prevalenti) abbiano una elevata capacità depurante in caso di presenza di inquinanti.

LITOTIPI	DEPURANTE					NON DEPURANTE				
Alluvioni grossolane										
Calcari carsificati										
Calcari fessurati										
Dolomie fessurate										
Alluvioni medio - fini										
Complessi sabbiosi										
Arenarie e conglomerati										
Alternanze (flysch)										
Marne e argilliti										
Argille e limi										
Piroclastiti diverse										
Metamorfiti fessurate										
Classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Figura 14: rapporto tipologia terreno/potere depurante. Da Regione Basilicata.

6.2 PROVE DI EMUNGIMENTO SUI PIEZOMETRI ESISTENTI

Nel corso della progettazione del 2013 nell'area mineraria sono stati realizzati due sondaggi geognostici attrezzati a piezometro che hanno raggiunto la profondità di circa 20 m da p.c., per la cui ubicazione si rimanda alla tavola "Tav 6 Int – Planimetria di stato attuale".

I piezometri sono denominati S1 ed S2, si tratta in entrambi i casi di piezometri da 2", ciechi da 0 a 5 m e finestrati da 5 a fondo foro (20 m).

Il livello di soggiacenza statico misurato in data 04/03/2020 è stato di:

S1 = soggiacenza 11,65 m (t.t.)

S2 = soggiacenza 5,86 m (t.t.)



Figura 15: immagini fotografiche delle prove di emungimento sui piezometri in sito, immagine a sinistra S1 e a destra S2.

Nella medesima data è stata eseguita una prova di pompaggio mediante pompa MP1 della grundfoss e misura delle risalite, le prove hanno restituito i seguenti risultati:

S1		
Prova di emungimento: Portata: 10 l/min		
Tempo (s)	Abbassamento (m)	Soggiacenza (m)
0	0,0	11,65
180	6,35	18,00

S1		
Risalita		
Tempo (s)		Soggiacenza (m)
0		18,00
55		17,90
184		17,80
310		17,70
506		17,60
693		17,50
1523		17,31
13.020		15,37

S2		
Prova di emungimento: Portata: 10 l/min		
Tempo (s)	Abbassamento (m)	Soggiacenza (m)
0	0,0	5,86
10	0,80	6,66
30	1,57	7,43
60	3,01	8,87
120	5,75	11,61
180	7,12	12,98
240	7,94	13,80
300	8,51	14,37
360	8,93	14,79
420	9,23	15,09
480	9,44	15,30
508	9,54	15,40
600	9,69	15,55
1200	9,89	15,75
1456	9,99	15,85
1501	10,09	15,95
1556	10,19	16,05
1656	10,29	16,15
1762	10,39	16,25
1840	10,49	16,35
2237	11,19	17,05

2739	11,89	17,75
3000	12,14	18,00

S2		
Risalita		
Tempo (s)		Soggiacenza (m)
0		18,00
10		15,40
82		12,00
103		10,00
126		9,00
164		8,00
265		7,30
300		7,20
356		7,10
438		7,00
1370		6,70
2289		6,60
7454		6,39
18.000		6,34

Da queste prove risulta che:

1- L'acquifero in cui è realizzato il piezometro S1 risulta estremamente poco produttivo e l'interpretazione classica della prova non è stata possibile in quanto la fase di abbassamento è troppo rapida, si può comunque ipotizzare un acquifero con permeabilità molto bassa.

2- L'acquifero in cui è realizzato il piezometro S2 presenta una Trasmissività di $6,1 \cdot 10^{-6}$ (interpretazione con il Metodo di Theis per un acquifero a falda artesianica), dal momento che $T = k \cdot H$, considerando un acquifero di H pari ad almeno 14 m risulta che $k = T/H \Rightarrow k = 6,1 \cdot 10^{-6} / 14 = 4,36 \cdot 10^{-7}$

7. ACQUE SUPERFICIALI

7.1 PREMESSA

I corsi d'acqua che risultano più prossimi all'area in oggetto sono il Rio Marchiazza, che scorre attraversando il centro di Lozzolo ad ovest del sito in esame ad una distanza di circa 450 m e il Rio della Marchiazzola, che scorre in direzione Nord-Sud a circa 200 m ad est del sito.

Vista la conformazione della collina le acque di miniera escono sul lato occidentale della stessa e pertanto il sito minerario ricade nel bacino del Rio Marchiazza.

Oltre a questi corsi d'acqua è presente una fitta rete di piccoli rii ed incisioni che drenano le colline su cui è impostata la coltivazione.

La fitta rete di corsi d'acqua è dovuta alla presenza nel sottosuolo di terreni a granulometria fine che risultano facilmente erodibili e scarsamente permeabili (o addirittura impermeabili).

Per la gestione delle acque superficiali nell'area di miniera si rimanda ai paragrafi seguenti.

7.2 DEFINIZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI

L'area mineraria è stata suddivisa in 7 bacini idrografici iniziali che poi di volta in volta si uniscono fino a raggiungere i recettori naturali.

L'area è stata suddivisa secondo lo schema riportato in seguito:

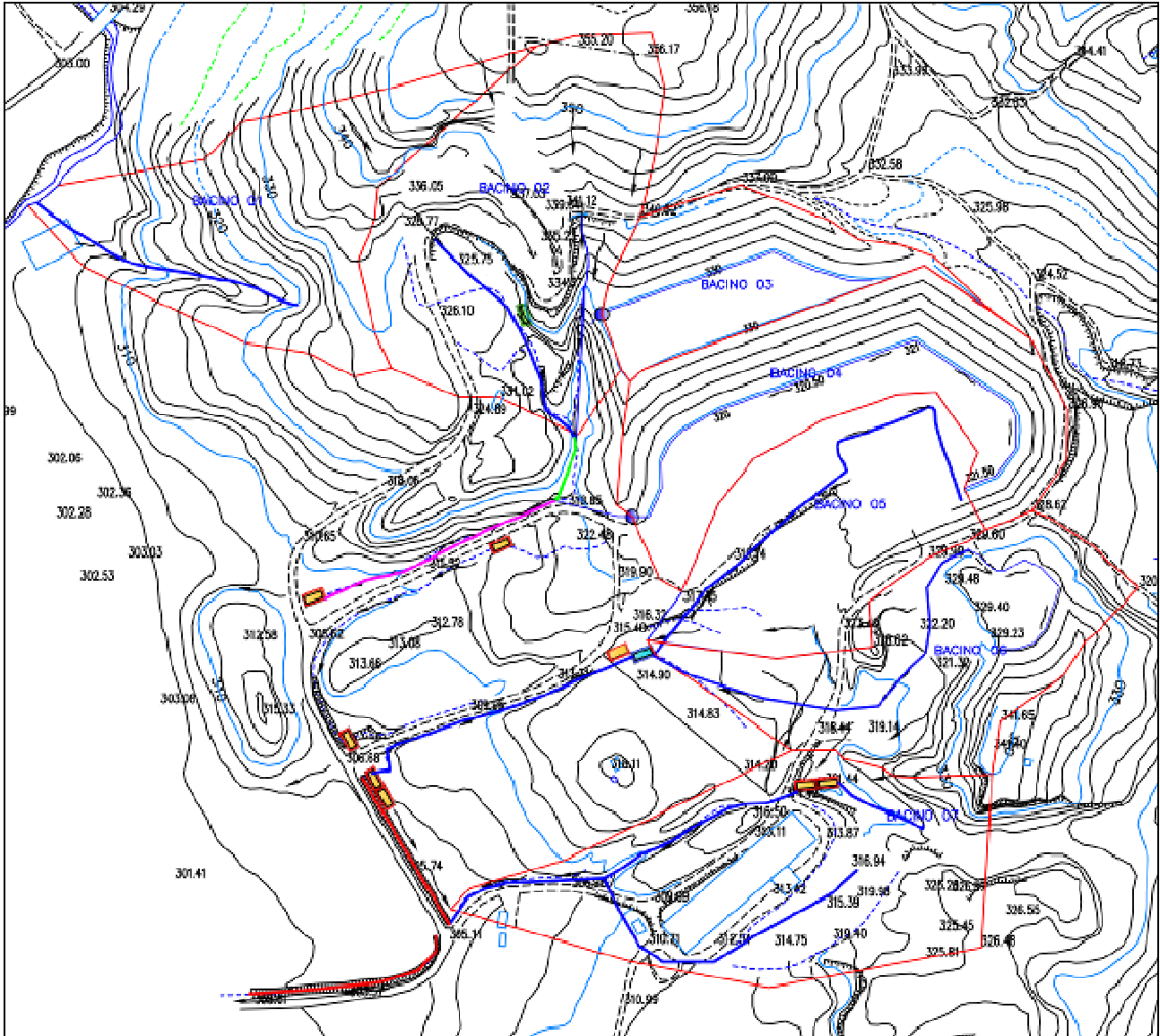


Figura 16: definizione dei bacini idrografici (delimitati con linea continua sottile rossa), delle canalette di uscita da ciascun bacino (linee continue blu o azzurra spessa) e delle canalette "somma" delle altre (linee continue spesse di colore verde, magenta o rosso) riportate su planimetria di stato finale.

7.3 DIMENSIONAMENTO DELLE CANALETTE DI RACCOLTA

7.3.1 Caratteristiche pluviometriche dell'area

Per il dimensionamento delle opere di regimazione delle acque superficiali quello che conta è il verificarsi di episodi pluviometrici intensi e di breve durata, per lo studio dei quali verranno sfruttate le formule e le metodologie esplicitate negli studi condotti dal PAI, in particolare nella *"Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"* in PAI – Piano per l'Assetto Idrogeologico – Interventi sulla rete idrografica e sui versanti (Autorità di Bacino del Fiume Po, aprile 2001)

Con questo documento l'Autorità di Bacino ha voluto dare un riferimento *"per le esigenze connesse a studi e progettazioni che, per dimensioni e importanza, non possano svolgere direttamente valutazioni idrologiche più approfondite a scala locale"*, con questo scopo è stata fatta un'analisi territoriale ed una regionalizzazione dei parametri per il calcolo della probabilità pluviometrica con diversi tempi di ritorno.

L'area in esame ricade all'interno della cella identificata con la sigla BW74, come risulta dall'*Allegato 3 – Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense* alla *Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica* emanato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

I valori indicati per la cella BW74 sono riportati di seguito:

Cella	a Tr20	n Tr20	a Tr100	n Tr100	a Tr200	n Tr200	a Tr500	n Tr500
BW74	59,49	0,340	75,75	0,341	82,69	0,342	91,85	0,343

I parametri a ed n rientrano nella equazione della curva di possibilità climatica che può essere scritta, per un certo tempo di ritorno, dalla relazione esponenziale:

$$h = a \cdot t^n$$

8. in cui:

h = altezza di pioggia totale dell'evento meteorico [mm];

t = durata dell'evento meteorico [h].

8.1.1 Calcolo delle portate di progetto

Il calcolo della portata di progetto è stato effettuato con un programma *freeware* reperibile sul sito web www.geologi.it, denominato *"piena di progetto"*, e basato proprio sulla direttiva dell'Autorità di Bacino del Po.

Inserendo nel foglio di calcolo il valore della superficie del bacino, le quote massime, minime e medie del bacino e la lunghezza dell'asta principale, si può calcolare il tempo di corrivazione con la formula di Giandotti.

In seguito, viene definita la cella di riferimento secondo la regionalizzazione della curva di possibilità climatica, eseguita dall'Autorità di Bacino, e si inseriscono i valori di a ed n a seconda del tempo di ritorno scelto.

Risulta, a questo punto, possibile calcolare le portate di massima piena con i diversi tempi di ritorno, utilizzando la formula del "metodo razionale":

$$Q_c = 0.278 \frac{c h_t S}{T_c}$$

dove:

- c : coefficiente di deflusso (stimato da Handbook of applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964) e posto uguale a 0,50;
- h_t : altezza massima di precipitazione al tempo t ;
- S : superficie del bacino;
- T_c : tempo di corrivazione.

8.1.2 Calcolo della portata smaltibile

Per il calcolo della portata smaltibile si è nuovamente utilizzato il foglio di calcolo disponibile sul sito web *geologi.it*, già utilizzato precedentemente.

La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire dipende dalla geometria, dal materiale con cui è realizzato e dall'inclinazione dello stesso.

Per calcolare la portata di deflusso si è applicata la formula per cui la velocità di scorrimento dell'acqua, in moto uniforme, all'interno del canale è pari a:

$$V = c \sqrt{Ri * p}$$

dove:

- R_i : raggio idraulico;
- P : pendenza;
- c : coefficiente di attrito, calcolato con la formula:

$$c = \frac{100 \sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$$

con m : coefficiente di scabrosità di Kutter.

Per calcolare la portata Q smaltibile dal canale sarà sufficiente moltiplicare l'area della sezione del canale stesso con la velocità di scorrimento dell'acqua:

$$Q = A * V.$$

8.1.3 Dimensionamento canaletta Bacino 1

Il Bacino 1 è compreso tra le quote 303 e 355 m s.l.m. per una superficie di 13.650 m²; l'altezza media del bacino è di 323,35 m s.l.m.

Come elementi distintivi e di importanza fondamentale per la conoscenza morfometrica del bacino idrografico in esame sono stati misurati e calcolati i seguenti parametri:

- lunghezza dell'asta principale, risultata pari a 245 m;
- superficie complessiva del bacino, quantificabile in circa 13.650 m²
- tempo di corrivazione risultato pari a 0,24 ore, utilizzando la formula di Giandotti:

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(H_m - H_o)}}$$

I risultati ottenuti vengono riassunti nella tabella seguente:

Tempo di ritorno (anni)				Portate al colmo = Q _c [mc/sec]
20		⇒		0,328
100		⇒		0,417
200		⇒		0,454
500		⇒		0,504

DATI NOTI (da inserire)				
H	⇒	0,60	ALTEZZA [m]	
a	⇒	0,50	[m]	
b	⇒	1,00	[m]	
h	⇒	0,45	[m]	
p	⇒	2,0%	Pendenza	
m	⇒	1,25	Coeff. di scabrosità di Kutter	

La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire così dimensionato è:

RISULTATI			
c	⇒	26,81	
V	⇒	1,74	[m/sec]
Q	⇒	0,537	[m ³ /sec]

8.1.4 Dimensionamento canaletta Bacino 2

Il Bacino 2 è compreso tra le quote 320 e 356 m s.l.m. per una superficie di 19.000 m²; l'altezza media del bacino è di 337,50 m s.l.m.

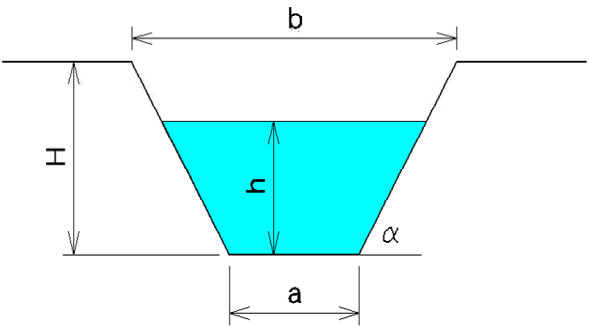
Come elementi distintivi e di importanza fondamentale per la conoscenza morfometrica del bacino idrografico in esame sono stati misurati e calcolati i seguenti parametri:

- lunghezza dell'asta principale, risultata pari a 229 m;
- superficie complessiva del bacino, quantificabile in circa 19.000 m²
- tempo di corrivazione risultato pari a 0,26 ore, utilizzando la formula di Giandotti:

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(H_m - H_o)}}$$

I risultati ottenuti vengono riassunti nella tabella seguente:

Tempo di ritorno (anni)				Portate al colmo = Q _c [mc/sec]
20		⇒		0,381
100		⇒		0,484
200		⇒		0,528
500		⇒		0,585

DATI NOTI (da inserire)				
H	⇒	0,60	ALTEZZA [m]	
a	⇒	0,50	[m]	
b	⇒	1,00	[m]	
h	⇒	0,45	[m]	
p	⇒	3,0%	Pendenza	
m	⇒	1,25	Coeff. di scabrosità di Kutter	

La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire così dimensionato è:

RISULTATI			
c	⇒	26,81	
V	⇒	2,13	[m/sec]
Q	⇒	0,658	[m ³ /sec]

8.1.5 Dimensionamento canaletta Bacino 3

Il Bacino 3 è compreso tra le quote 330 e 340 m s.l.m. per una superficie di 7.050 m²; l'altezza media del bacino è di 333,21 m s.l.m.

Come elementi distintivi e di importanza fondamentale per la conoscenza morfometrica del bacino idrografico in esame sono stati misurati e calcolati i seguenti parametri:

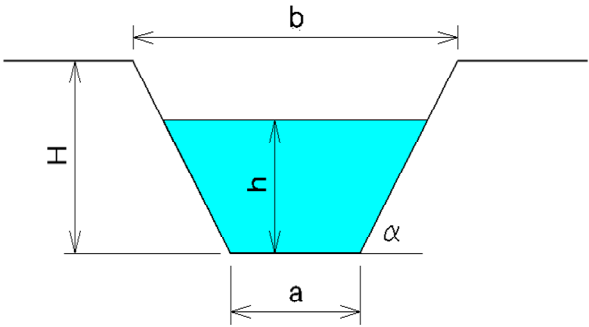
- lunghezza dell'asta principale, risultata pari a 150 m;
- superficie complessiva del bacino, quantificabile in circa 7.050 m²
- tempo di corrivazione risultato pari a 0,40 ore, utilizzando la formula di Giandotti:

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(H_m - H_o)}}$$

I risultati ottenuti vengono riassunti nella tabella seguente:

Tempo di ritorno (anni)				Portate al colmo = Q _c [mc/sec]
20		⇒		0,115
100		⇒		0,147
200		⇒		0,160
500		⇒		0,178

DATI NOTI (da inserire)			
H	⇒	0,50	ALTEZZA [m]
a	⇒	0,30	[m]
b	⇒	0,50	[m]
h	⇒	0,40	[m]
p	⇒	0,8%	Pendenza
m	⇒	0,55	Coeff. di scabrosità di Kutter



La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire così dimensionato è:

RISULTATI			
c	⇒	40,16	
V	⇒	1,33	[m/sec]
Q	⇒	0,202	[m ³ /sec]

8.1.6 Dimensionamento canaletta Bacino 4

Il Bacino 4 è compreso tra le quote 320 e 329,6 m s.l.m. per una superficie di 13.680 m²; l'altezza media del bacino è di 323,81m s.l.m.

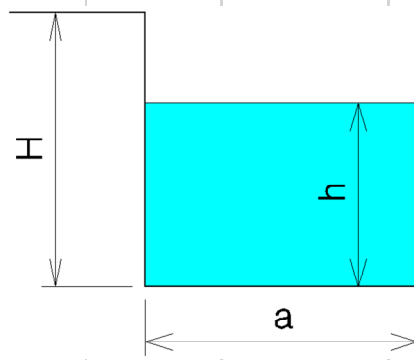
Come elementi distintivi e di importanza fondamentale per la conoscenza morfometrica del bacino idrografico in esame sono stati misurati e calcolati i seguenti parametri:

- lunghezza dell'asta principale, risultata pari a 262 m;
- superficie complessiva del bacino, quantificabile in circa 13.860 m²
- tempo di corrivazione risultato pari a 0,55 ore, utilizzando la formula di Giandotti:

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(H_m - H_o)}}$$

I risultati ottenuti vengono riassunti nella tabella seguente:

Tempo di ritorno (anni)				Portate al colmo = Q _c [mc/sec]
20		⇒		0,170
100		⇒		0,216
200		⇒		0,236
500		⇒		0,262

DATI NOTI (da inserire)			
H	⇒	0,50	
		ALTEZZA [m]	
a	⇒	0,50	
		[m]	
h	⇒	0,40	
		[m]	
p	⇒	0,80%	
		Pendenza	
m	⇒	0,55	
		Coeff. di scabrosità di Kutter	

La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire così dimensionato è:

RISULTATI		
c	⇒	41,63
V	⇒	1,46 [m/sec]
Q	⇒	0,292 [m³/sec]

8.1.7 Dimensionamento canaletta Bacino 5

Il Bacino 5 è compreso tra le quote 315,4 e 329,9 m s.l.m. per una superficie di 11.150 m²; l'altezza media del bacino è di 320,62 m s.l.m.

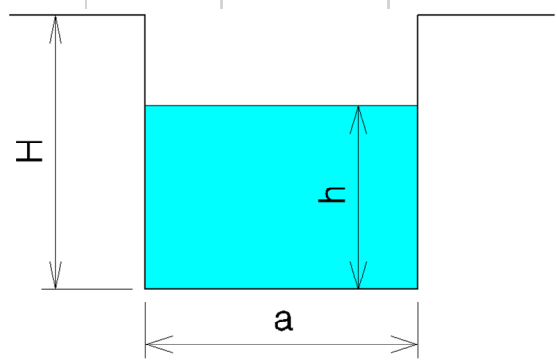
Come elementi distintivi e di importanza fondamentale per la conoscenza morfometrica del bacino idrografico in esame sono stati misurati e calcolati i seguenti parametri:

- lunghezza dell'asta principale, risultata pari a 173 m;
- superficie complessiva del bacino, quantificabile in circa 11.150 m²
- tempo di corrivazione risultato pari a 0,39 ore, utilizzando la formula di Giandotti:

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(H_m - H_o)}}$$

I risultati ottenuti vengono riassunti nella tabella seguente:

Tempo di ritorno (anni)				Portate al colmo = Q _c [mc/sec]
20		⇒		0,167
100		⇒		0,212
200		⇒		0,231
500		⇒		0,257

DATI NOTI (da inserire)				
H	⇒	0,50	ALTEZZA [m]	
a	⇒	0,50	[m]	
h	⇒	0,40	[m]	
p	⇒	0,80%	Pendenza	
m	⇒	0,55	Coeff. di scabrosità di Kutter	

La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire così dimensionato è:

RISULTATI			
c	⇒	41,63	
V	⇒	1,46	[m/sec]
Q	⇒	0,292	[m ³ /sec]

8.1.8 Dimensionamento canaletta Bacino 6

Il Bacino 6 è compreso tra le quote 315,4 e 341,4 m s.l.m. per una superficie di 12.500 m²; l'altezza media del bacino è di 327,75 m s.l.m.

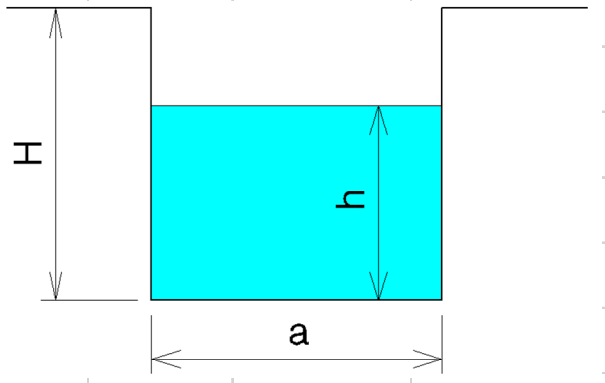
Come elementi distintivi e di importanza fondamentale per la conoscenza morfometrica del bacino idrografico in esame sono stati misurati e calcolati i seguenti parametri:

- lunghezza dell'asta principale, risultata pari a 250 m;
- superficie complessiva del bacino, quantificabile in circa 12.500 m²
- tempo di corrivazione risultato pari a 0,28 ore, utilizzando la formula di Giandotti:

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(H_m - H_o)}}$$

I risultati ottenuti vengono riassunti nella tabella seguente:

Tempo di ritorno (anni)				Portate al colmo = Q _c [mc/sec]
	20		⇒	0,241
	100		⇒	0,307
	200		⇒	0,334
	500		⇒	0,371

DATI NOTI (da inserire)			
H	⇒ 0,50	ALTEZZA [m]	
a	⇒ 0,50	[m]	
h	⇒ 0,40	[m]	
p	⇒ 1,50%	Pendenza	
m	⇒ 0,55	Coeff. di scabrosità di Kutter	

La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire così dimensionato è:

RISULTATI			
c	⇒	41,63	
V	⇒	2,00	[m/sec]
Q	⇒	0,400	[m ³ /sec]

8.1.9 Dimensionamento canaletta Bacino 7

Il Bacino 7 è compreso tra le quote 305,11 e 326,55 m s.l.m. per una superficie di 16.950 m²; l'altezza media del bacino è di 322,5 m s.l.m.

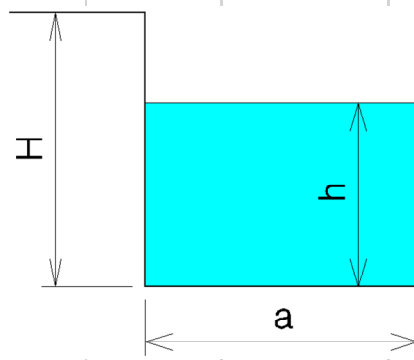
Come elementi distintivi e di importanza fondamentale per la conoscenza morfometrica del bacino idrografico in esame sono stati misurati e calcolati i seguenti parametri:

- lunghezza dell'asta principale, risultata pari a 262 m;
- superficie complessiva del bacino, quantificabile in circa 16.950 m²
- tempo di corrivazione risultato pari a 0,27 ore, utilizzando la formula di Giandotti:

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(H_m - H_o)}}$$

I risultati ottenuti vengono riassunti nella tabella seguente:

Tempo di ritorno (anni)				Portate al colmo = Q _c [mc/sec]
	20		⇒	0,331
	100		⇒	0,421
	200		⇒	0,459
	500		⇒	0,509

DATI NOTI (da inserire)			
H	⇒	0,50	
		ALTEZZA [m]	
a	⇒	0,50	
		[m]	
h	⇒	0,40	
		[m]	
p	⇒	4,50%	
		Pendenza	
m	⇒	0,55	
		Coeff. di scabrosità di Kutter	

La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire così dimensionato è:

RISULTATI		
c	⇒	41,63
V	⇒	3,46 [m/sec]
Q	⇒	0,693 [m ³ /sec]

8.1.10 Dimensionamento canaletta Bacino 2 + Bacino 3

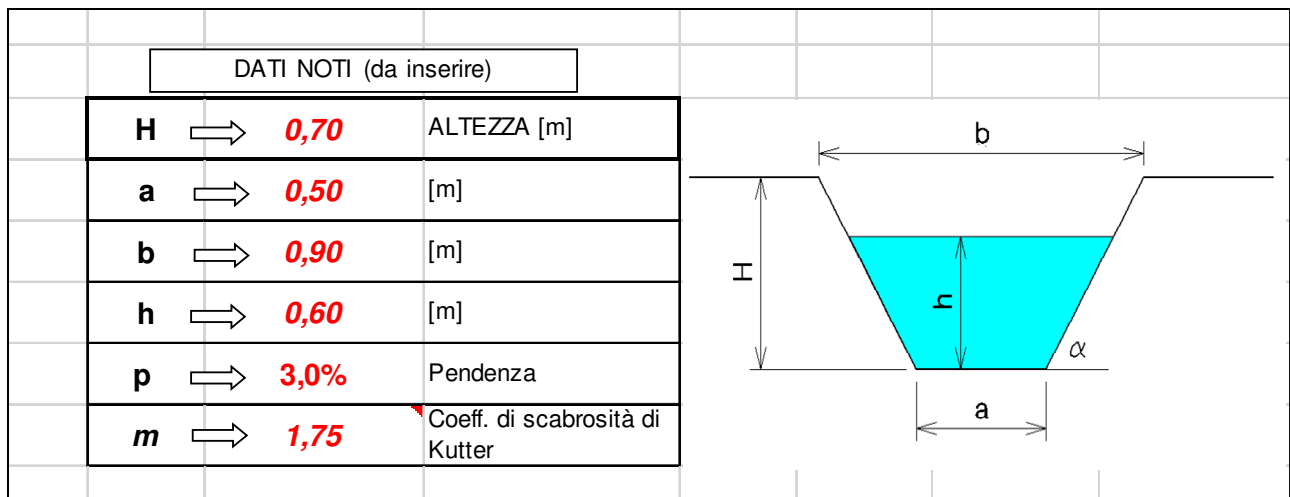
A valle del punto di incontro tra le canalette provenienti dal bacino 2 e dal bacino 3 il volume da smaltire con tempi di ritorno di 200 anni risulta essere la somma dei volumi di ciascun bacino:

Volume da Bacino 2 = 0,528 m³/s

Volume da Bacino 3 = 0,160 m³/s

Totale = 0,688 m³/s

Dovrà pertanto essere realizzata una canaletta più grande di quelle a monte, la canaletta in progetto avrà pertanto questa geometria (linea indicata con il colore verde nello schema del capitolo 7.2, lunghezza circa 30 m, dislivello circa 1 m, pendenza pari al 3%):



La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire così dimensionato è:

RISULTATI			
c	⇒	21,53	
V	⇒	1,79	[m/sec]
Q	⇒	0,721	[m ³ /sec]

8.1.11 Dimensionamento canaletta Bacino 2 + Bacino 3 + Bacino 4

A valle del punto di incontro tra le canalette provenienti dal bacino 2, bacino 3 e dal bacino 4 il volume da smaltire con tempi di ritorno di 200 anni risulta essere la somma dei volumi di ciascun bacino:

Volume da Bacino 2 = 0,528 m³/s

Volume da Bacino 3 = 0,160 m³/s

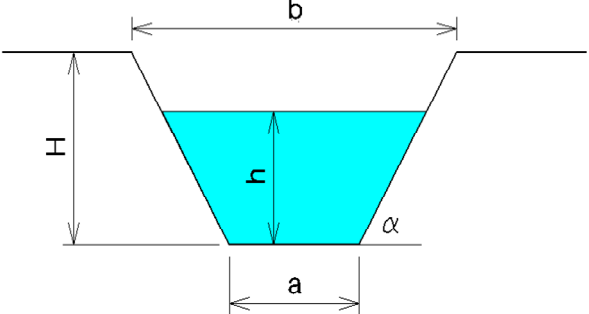
Volume da Bacino 4 = 0,236 m³/s

Totale = 0,924 m³/s

Questa canaletta è identificata con una linea magenta nello schema riportato al paragrafo 7.2 e presenta una lunghezza di circa 114 m e dislivello di circa 7 m, per una pendenza media del 6%.

La canaletta in progetto avrà pertanto questa geometria:

DATI NOTI (da inserire)			
H	⇒	0,70	ALTEZZA [m]
a	⇒	0,50	[m]
b	⇒	1,00	[m]
h	⇒	0,60	[m]
p	⇒	6,0%	Pendenza
m	⇒	1,75	Coeff. di scabrosità di Kutter



La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire così dimensionato è:

RISULTATI			
c	⇒	21,93	
V	⇒	2,64	[m/sec]
Q	⇒	1,131	[m ³ /sec]

8.1.12 Dimensionamento canaletta Bacino 5 + Bacino 6

A valle del punto di incontro tra le canalette provenienti dal bacino 5 e dal bacino 6 il volume da smaltire con tempi di ritorno di 200 anni risulta essere la somma dei volumi di ciascun bacino:

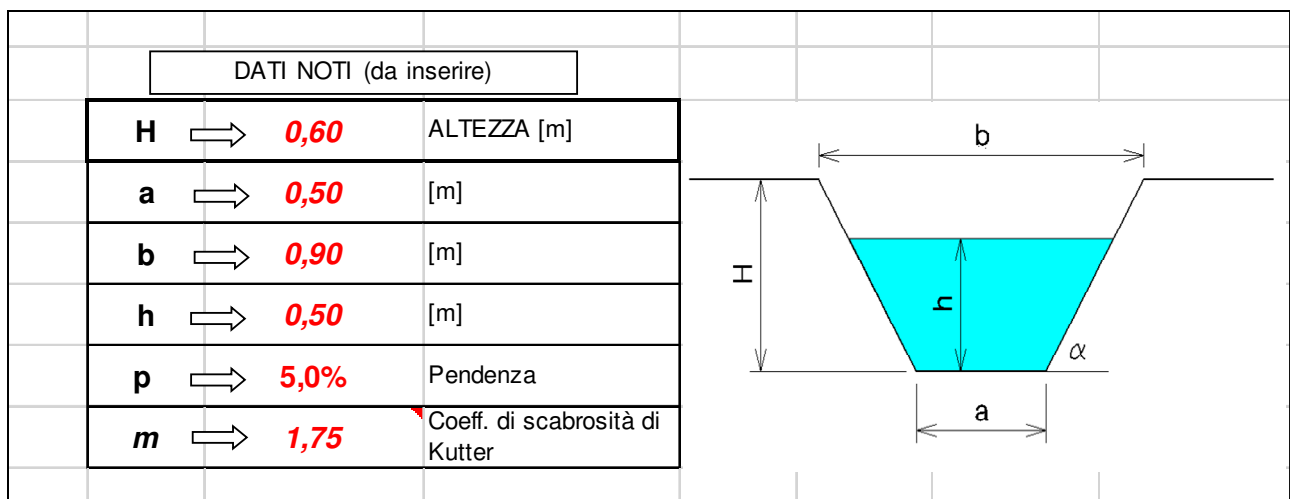
Volume da Bacino 5 = 0,231 m³/s

Volume da Bacino 6 = 0,334 m³/s

Totale = 0,565 m³/s

Questa canaletta è identificata con una linea blu nello schema riportato al paragrafo 7.2 e presenta una lunghezza di circa 137 m e dislivello di circa 8 m, per una pendenza media del 6%.

La canaletta in progetto avrà pertanto questa geometria:



La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire così dimensionato è:

RISULTATI			
c	⇒	20,93	
V	⇒	2,17	[m/sec]
Q	⇒	0,722	[m ³ /sec]

8.1.13 Dimensionamento canale finale

Il canale che raccoglie le acque dei bacini 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dovrà smaltire le acque provenienti da ciascun bacino, la portata è data dal totale dei volumi dei bacini sopraindicati, il volume da smaltire con tempi di ritorno di 200 anni risulta essere la somma dei volumi di ciascun bacino:

Volume da Bacino 2 = 0,528 m³/s

Volume da Bacino 3 = 0,160 m³/s

Volume da Bacino 4 = 0,236 m³/s

Volume da Bacino 5 = 0,231 m³/s

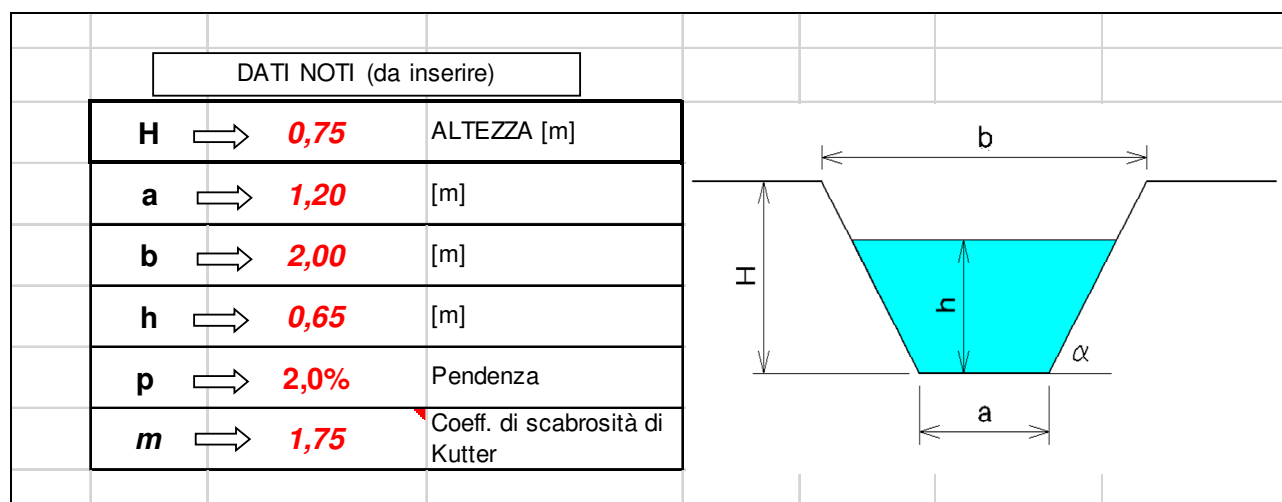
Volume da Bacino 6 = 0,334 m³/s

Volume da Bacino 7 = 0,693 m³/s

Totale = 2,182 m³/s

Questo canale è identificato con una linea rosso-arancio nello schema riportato al paragrafo 7.2, e presenta una lunghezza di circa 174 m, dislivello di circa 3,5 m, per una pendenza media del 2%, la larghezza nella parte alta misurata in pianta è di circa 2 m.

La canaletta in progetto avrà pertanto questa geometria:



La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire così dimensionato è:

RISULTATI			
c	⇒	25,95	
V	⇒	2,25	[m/sec]
Q	⇒	2,262	[m ³ /sec]

9. RELAZIONE SISMICA

9.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO E TECNICO

La classificazione sismica attribuisce all'intero territorio nazionale valori differenti del grado di sismicità da considerare nella progettazione delle opere. A livello nazionale la zonizzazione sismica è regolata dall'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri (OPCM) n. 3274 del 2003 *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica"* e dalla successiva OPCM 3519 del 2006 *"Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone"*.

Le suddette ordinanze sono state recepite a livello regionale con Delibera Giunta Regionale (DGR) n. 11-13058 del 19 gennaio 2010 e dalla successiva DGR n. 4-3084 del 12 dicembre 2011 (in vigore dal 1 gennaio 2012), integrate e modificate con DGR 7-3340 del 03/02/2012

Secondo quanto riportato nelle DGR di cui sopra, il comune di Lozzolo risulta classificato in **Zona sismica 4**.

La normativa sismica a cui si deve fare riferimento, per l'intervento in progetto, è costituita dal D.M. 17.01.2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC-18) e dalla relativa Circolare esplicativa del Consiglio Superiore LL.PP. 21.01.2019, n. 617: "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".

Tali norme disciplinano, tra le altre cose, la progettazione delle opere di fondazione e di sostegno dei terreni soggette ad azioni sismiche, nonché i requisiti che devono soddisfare i siti di costruzione ed i terreni di fondazione in presenza di tali azioni.

Tramite queste norme si cerca di salvaguardare la vita umana e di limitare i danni alle costruzioni ed in particolar modo a far sì che i centri essenziali di primo soccorso alla popolazione rimangano in funzione anche dopo un terremoto.

Con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche 2018, l'azione sismica di riferimento viene valutata in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a superficie orizzontale.

L'analisi è così condotta sito per sito e non più riferendosi ad una zona sismica territorialmente coincidente con singole entità amministrative, ad un'unica forma spettrale e ad un periodo di ritorno prefissato ed uguale, come avveniva con la normativa precedente.

La pericolosità sismica di un sito è definita come la probabilità che un sisma avente un'entità pari ad un valore prefissato abbia luogo in un determinato lasso di tempo, questo lasso di tempo viene definito nelle NTC-08 come "*periodo di riferimento*" (V_R) e viene espresso in anni, mentre la probabilità è denominata "*probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento*" (P_{V_R}).

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche secondo le NTC-18, sul territorio nazionale è stata determinata la pericolosità sismica definita convenzionalmente su un sito caratterizzato da sottosuolo rigido (categoria A), da una superficie topografica orizzontale (categoria T1) e da assenza di manufatti (ovvero in campo libero).

Il moto sismico viene definito da tre parametri:

a_g = accelerazione massima al sito;

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi valori sono distribuiti sul territorio nazionale su una maglia regolare di punti e permettono di definire le forme spettrali per la generica P_{V_R} , i valori di questi parametri sono riportati anche nell'allegato B delle NTC-18.

9.1.1 Stati limite di riferimento

La probabilità di superamento nel periodo di riferimento varia in funzione di quattro diversi stati limite di riferimento che, secondo il par. 3.2.1. delle NTC-18, sono così definiti:

- **Stato Limite di Operatività** (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno** (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono invece:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono indicate nella Tab. 3.2.I delle NTC:

Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Figura 17: tabella 3.2.I probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato.

Vengono così individuate quattro situazioni che legano il crescere dell'intensità sismica con il progressivo aumento del danneggiamento agli edifici, permettendo di individuare le caratteristiche prestazionali richieste alla generica costruzione.

9.2 CARATTERIZZAZIONE DELL'AZIONE SISMICA SUL TERRENO IN ESAME SECONDO LE N.T.C. 2018

9.2.1 Calcolo del periodo di riferimento per l'azione sismica

Per il calcolo del periodo di riferimento dell'azione sismica ci si basa su quanto affermato nel par. 2.4.3. delle NTC-18, ovvero il periodo di riferimento (V_R) si ricava dalla moltiplicazione della vita nominale (V_N) per il coefficiente d'uso (C_U).

Il *range* di scelta di questi due parametri viene definito dalle NTC-18 mediante due tabelle: la tabella 2.4.I per la vita nominale e la tabella 2.4.II per il coefficiente d'uso, entrambe riportate in seguito.

La vita nominale di un'opera è il periodo durante il quale l'opera deve assolvere al compito per la quale è stata progettata, durante tale periodo l'opera stessa deve essere sottoposta a soli interventi di manutenzione ordinaria.

La classe d'uso è funzione dell'affollamento presente in una costruzione durante un eventuale azione sismica, le NTC-18 forniscono quattro classi di riferimento a ciascuna classe corrisponde un coefficiente:

- *Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- *Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- *Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- *Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Figura 18: tabella 2.4.I - vita nominale (V_N), in funzione dei tipi di costruzione così come definita nelle NTC-18.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Figura 19: tab. 2.4.II – Coefficiente d'uso (C_U) in base alla classe d'uso, secondo le NTC-18.

Nel caso in esame è stato scelto un valore di vita nominale pari a 50 anni $V_N = 50$ anni, mentre per la classe d'uso si è posta l'opera in progetto nelle **classe II**, ovvero quella caratterizzata da un coefficiente d'uso pari a 1.0, $C_U = 1.0$.

Pertanto risulta che il periodo di riferimento (V_R) per l'opera in progetto è:

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1.0 = 50 \text{ anni.}$$

Una volta valutato il periodo di riferimento V_R della costruzione (espresso in anni) si ricava per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R , il periodo di ritorno T_R del sisma.

Si utilizza a tal fine la relazione:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = -C_U \times V_N / \ln(1 - P_{VR}).$$

9.2.2 Azione sismica attesa al sito

L'azione sismica di riferimento è stata calcolata per il territorio nazionale in condizioni di sottosuolo rigido e superficie topografica orizzontale, condizioni però che non corrispondono alle casistiche reali in cui ci si trova ad operare.

Poiché la tipologia di sottosuolo e la topografia di un'area influenzano notevolmente la risposta sismica locale, ovvero l'effetto che un'area subisce quando un'azione sismica raggiunge la superficie, sarà necessario modificare l'azione sismica di riferimento con dei coefficienti che sono funzione della litologia del sottosuolo e delle condizioni topografiche.

Gli effetti topografici vengono sintetizzati nella tab. 3.2.IV delle NTC-18 in quattro categorie basate sull'inclinazione media dei terreni circostanti all'area in cui è previsto l'intervento, in particolare le quattro categorie vengono così definite:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Figura 20: tabella 3.2.IV delle NTC-18 – categorie topografiche e loro descrizione.

Nel caso in esame, trattandosi di un'area lungo un pendio, la categoria topografica può essere assunta, come pari a **T2**.

La "risposta sismica locale", termine con il quale si intende l'azione sismica quale essa emerge in "superficie" a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido, è funzione anche della stratigrafia dell'area, risulterà pertanto fondamentale la definizione della

categoria di sottosuolo. Più dettagliatamente, la normativa distingue le seguenti 5 categorie di terreni di fondazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>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.</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>

Figura 21: tabella 3.2.II – categorie di sottosuolo e loro caratteristiche secondo le NTC-18.

Nelle definizioni precedenti, il termine $V_{S,eq}$ è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio, che viene calcolata con la seguente espressione:

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

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

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

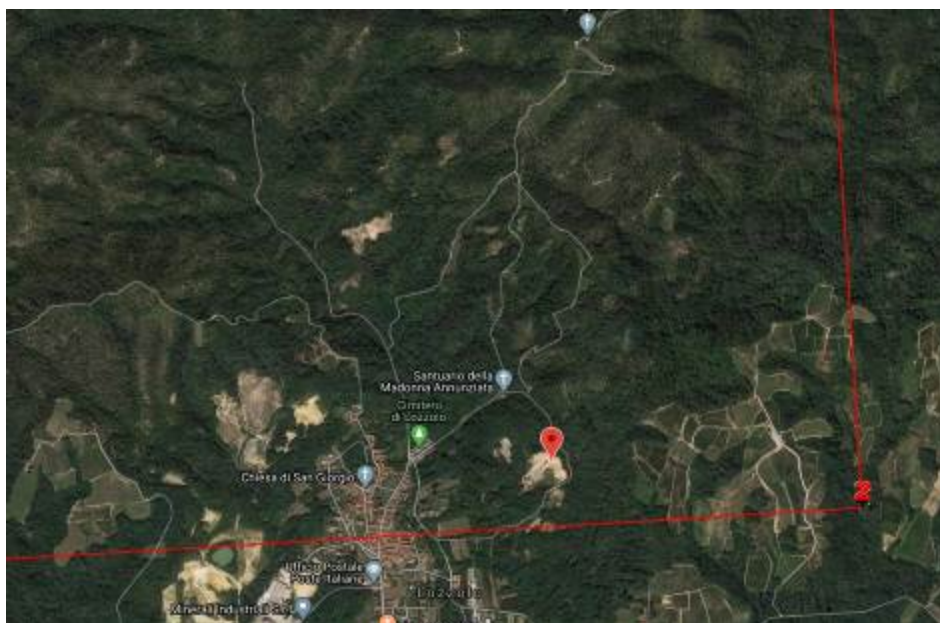
Per il caso in esame, le prove geofisiche eseguite in sito hanno permesso di classificare l'area in esame come ricadente nella categoria di sottosuolo "B".

Per la determinazione dei parametri spettrali che caratterizzano l'azione sismica al sito in esame è stato utilizzato un software apposito "Geostru PS Parametri Sismici", sviluppato e fornito a livello *open source* sul sito web www.geostru.com.

Il programma è direttamente utilizzabile *on line* sul sito web dell'azienda produttrice di software: "Geostru Software", sulla base delle coordinate geografiche del sito oggetto di studio (esprese come latitudine e longitudine) e degli altri

parametri discussi nei paragrafi precedenti fornisce gli spettri sismici associati al sito, relativi ai 4 stati limite previsti dalle NTC.

Calcolo degli spettri sismici per il sito



Latitudine	45,627°		Classe	I
Longitudine	8,331°		Vita nominale	50

Sito 1	ID: 11360	Lat: 45,6227	Lon: 8,2763	Distanza: 4360,743
Sito 2	ID: 11361	Lat: 45,6258	Lon: 8,3476	Distanza: 1223,925
Sito 3	ID: 11139	Lat: 45,6757	Lon: 8,3432	Distanza: 5439,951
Sito 4	ID: 11138	Lat: 45,6726	Lon: 8,2719	Distanza: 6862,601

Categoria sottosuolo	B
Categoria topografica	T2
Periodo di riferimento	50 anni
Coefficiente cu	0,7

	Probabilità di superamento (%)	Tr (anni)	Ag (g)	Fo (-)	Tc* (s)
Operatività SLO	81	30	0,015	2,578	0,161
Danno SLD	63	35	0,016	2,573	0,164
Salvaguardia della vita SLV	10	332	0,036	2,667	0,261
Prevenzione dal collasso SLC	5	682	0,043	2,703	0,292

Coefficienti sismici:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.011	0.020	0.000
kv	--	0.006	0.010	--
Amax [m/s ²]	0.218	0.232	0.507	0.610
Beta	--	0.470	0.380	--

10. VERIFICA DI STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO

Il modello geotecnico che si vuole utilizzare prevede la suddivisione delle aree a seconda dei litotipi presenti, i dati utilizzati sono ripresi dalle relazioni tecniche presentate nelle precedenti fasi autorizzative e verificati durante i sopralluoghi in sito eseguiti dallo scrivente.

10.1 UNITÀ LITOTECNICA 1: AMMASSO ROCCIOSO FRATTURATO – FRONTI RESIDUI COCCOLA

Il substrato roccioso presente nelle aree di scavo risulta caratterizzato da 5 sistemi di frattura, che hanno le seguenti orientazioni medie:

K1: 159/72;

K2: 187/5;

K3: 338/17;

K4: 215/23;

K5: 298/20.

Il substrato roccioso affiora prevalentemente nella miniera “Coccola” e nella porzione più occidentale della miniera “Rolleja” nella quale non si prevede di scavare.

L’ammasso roccioso si presenta molto fratturato per cui può i fronti in roccia di quest’area mineraria possono essere analizzati con il criterio di rottura pubblicato da Hoek et al. (2002) per la caratterizzazione della resistenza al taglio degli ammassi rocciosi fratturati.



Figura 22: immagine fotografica di un affioramento tipo del substrato nel settore di miniera "Coccola".

Per la verifica di stabilità, e per le argomentazioni teoriche del metodo, si rimanda a quanto indicato ed illustrato nel manuale SSAP2010 (Manuale di Riferimento Versione 4.9.8, 2018) elaborato dal Dr. Lorenzo Borselli, Geol, Ph.D (Docente di Geotecnica e Geologia Applicata Facoltà Di Ingegneria, Universidad Autonoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí., Mexico)

I fronti di scavo in roccia più interessanti (dal punto di vista dell'altezza del fronte e pertanto della potenziale instabilità) che saranno lasciati in sito sono quelli residui della miniera "Coccola", in particolare è stato analizzato il fronte di scavo con immersione N157° (così come visualizzato nella sezione di recupero A-A') in quanto risulta circa iso-orientato con l'immersione della famiglia K1, che risulta quella con inclinazione maggiore e pertanto la potenzialmente più instabile.

L'ammasso roccioso è stato caratterizzato da una serie di rilievi geostruturali speditivi atti a stimare le seguenti caratteristiche geomeccaniche/geostruturali dei giunti delle singole famiglie di discontinuità: JRC (rugosità), JCS (resistenza a compressione semplice), persistenza (lunghezza fratture), giacitura fratture (immersione e inclinazione, verifica delle misure precedenti).

Grazie a questi dati è stato possibile utilizzare il software SSAP2010 sia come verifica dell'ammasso fratturato secondo la teoria di Hoek, sia lungo le discontinuità

secondo la teoria di Barton-Bendis. I risultati delle verifiche di stabilità lungo il fronte roccioso sono riportati nel paragrafo seguente.

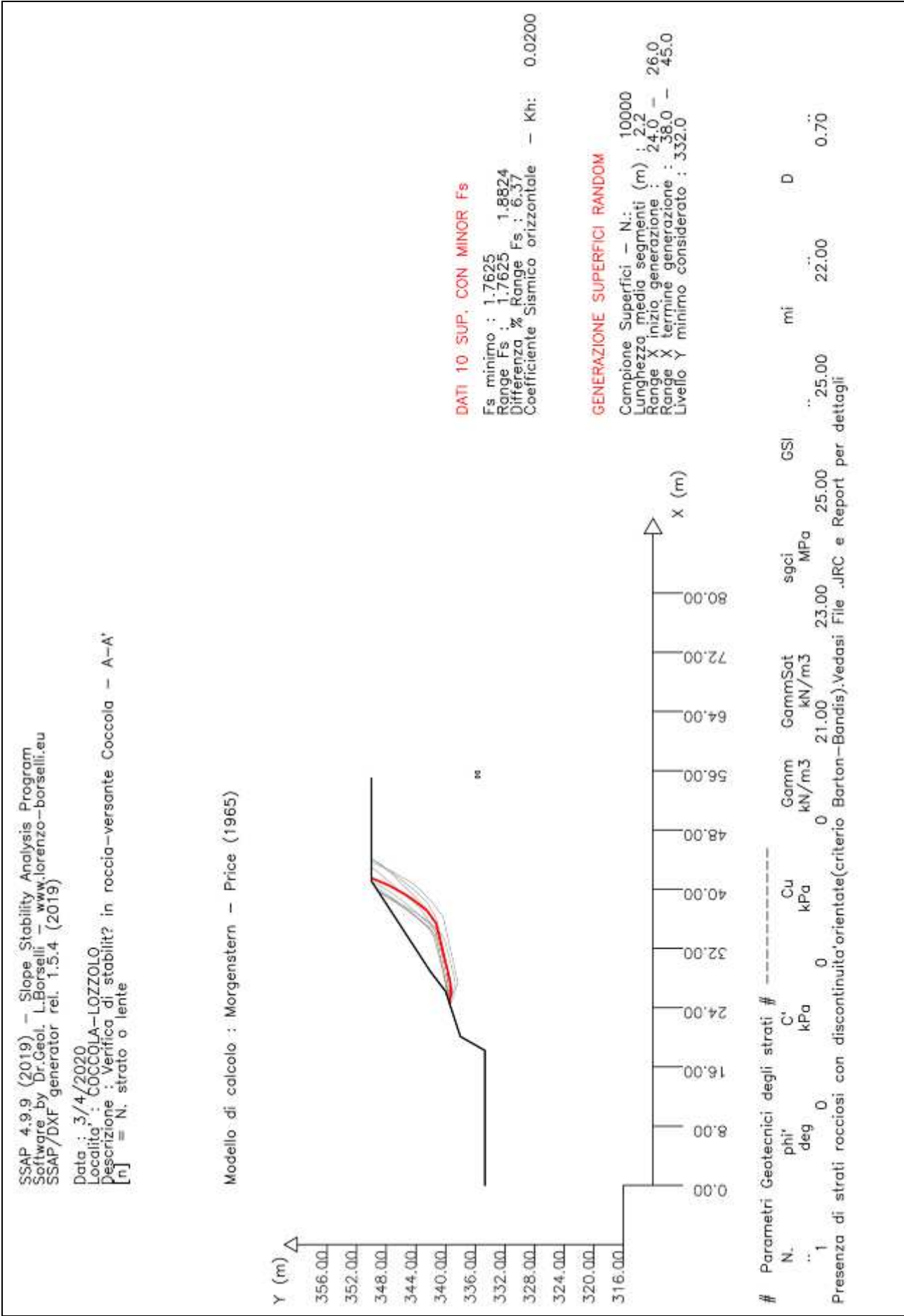
DATI DISCONTINUITÀ PER APPLICAZIONE CRITERIO JRC (Barton-Bandis) ROTTURA IN ROCCIA

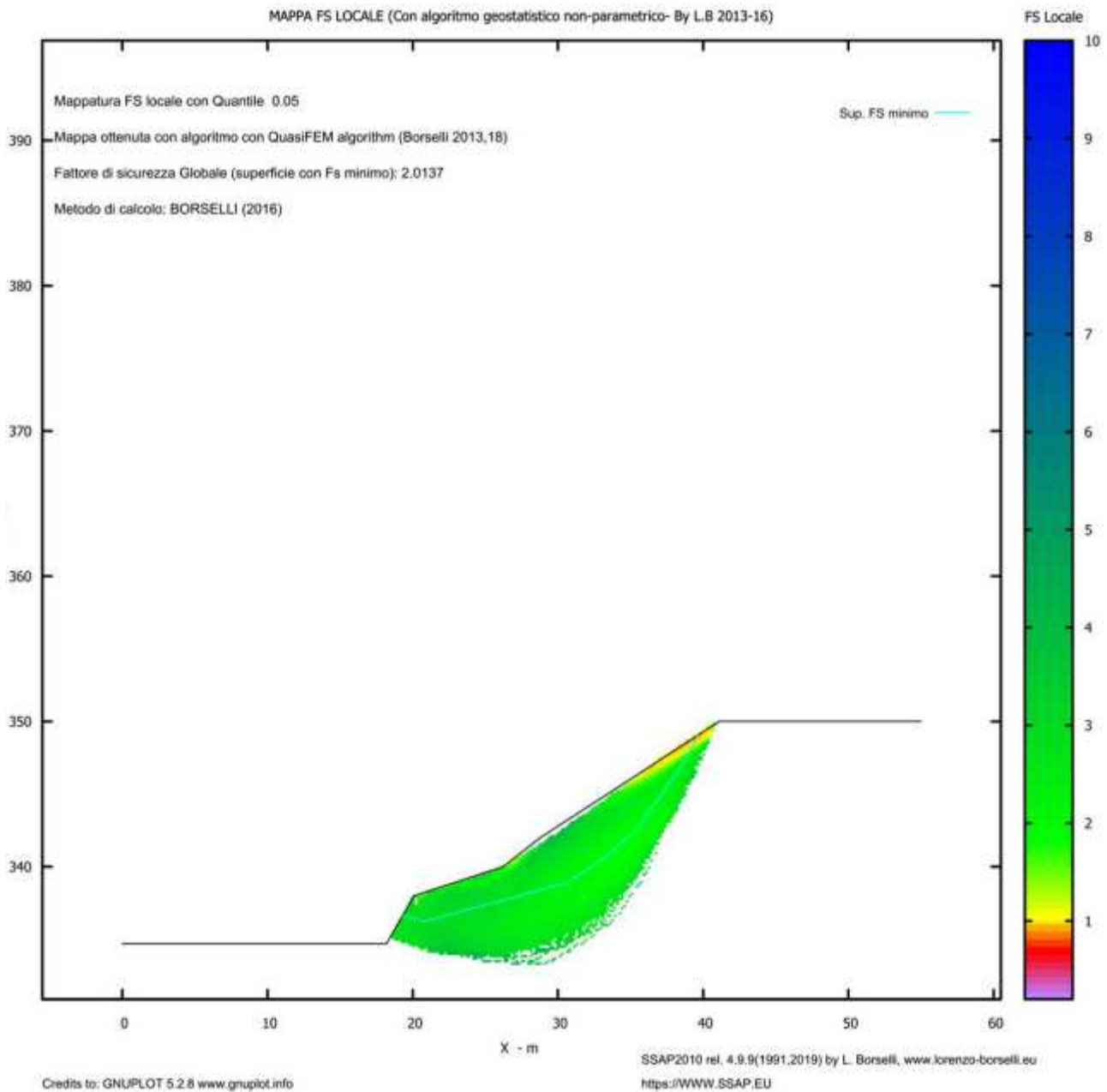
Famiglia	JRC	JCS	Phi res	L0	L	Beta	ΔBeta
		(MPa)	(°)	(m)	(m)	(°)	(°)
K1	8	25	25	3.0	7.0	72	10
K2	6	20	25	1.0	5.0	4	2
K3	8	22	25	0.5	3.0	-17	4
K4	4	20	25	3.0	10.0	13	5
K5	8	20	25	1.0	2.0	-16	5

10.1.1 Verifica di stabilità con SSAP2010 - fondamentale

Per la verifica di stabilità della sezione A-A' della miniera Coccola nella combinazione fondamentale è stato utilizzato il programma SSAP2010, per comodità di consultazione si riportano qui in seguito le sole immagini con le 10 superfici a FS minore e la mappa FS locale e, in allegato alla fine della relazione, l'intero report di calcolo.

Si precisa che per il calcolo è stato utilizzato il fattore di riduzione NTC2018: $\gamma_{\text{PHI}}=1.25$ e $\gamma_{\text{C}}=1.25$ - (solo per ROCCE); come si legge nel report di analisi del programma (riportato in allegato alla relazione): "Dai parametri sopra indicati, relativi al criterio di rottura Hoek et alii (2002), sono stati ricavati i parametri equivalenti geomeccanici CARATTERISTICI di resistenza al taglio dell'ammasso roccioso considerato (c', Phi'); tali parametri equivalenti sono stati infine ridotti, per ricavare i valori di PROGETTO, tramite i coefficienti parziali di cui alla tab. 6.2.II delle NTC 2018.

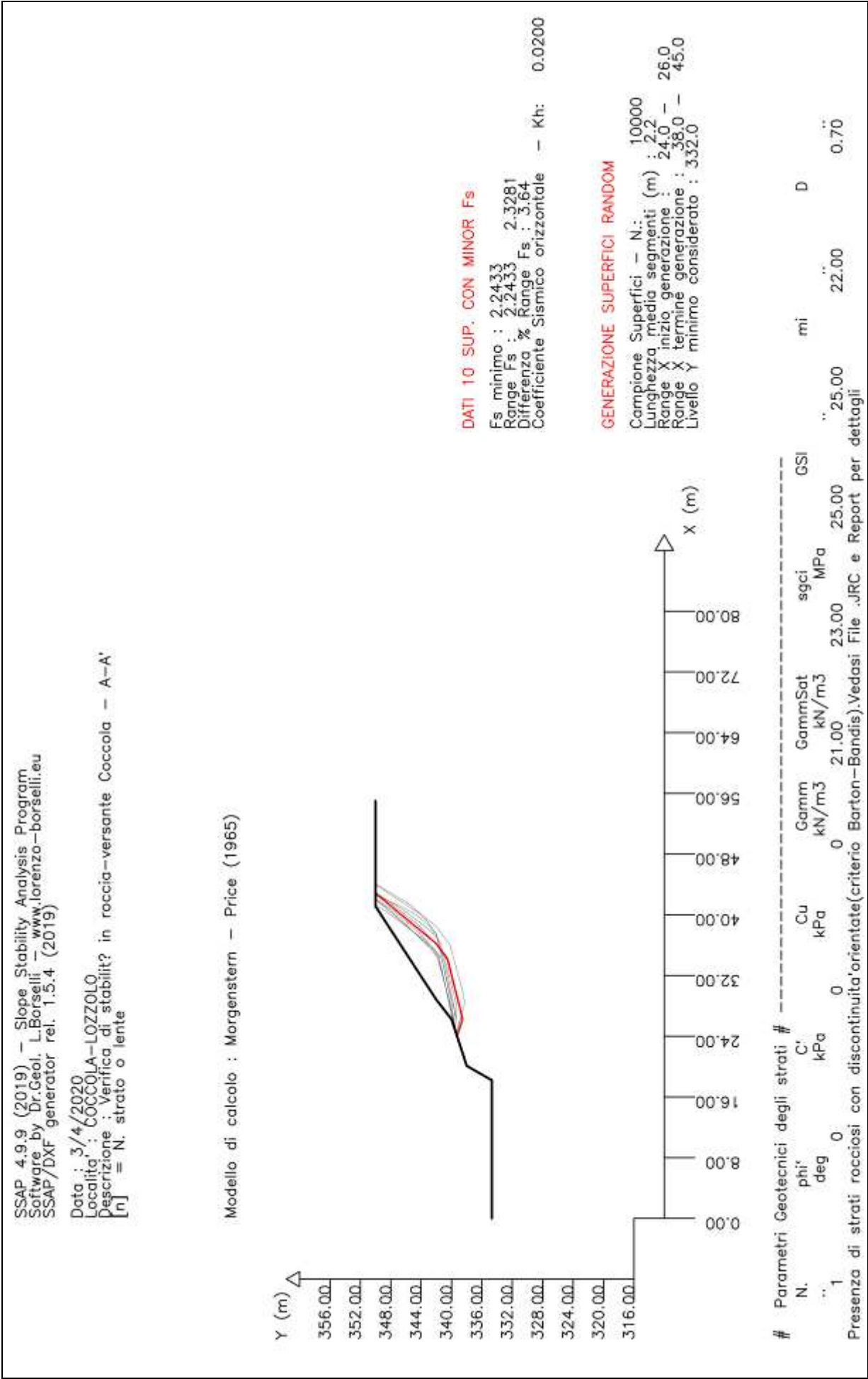


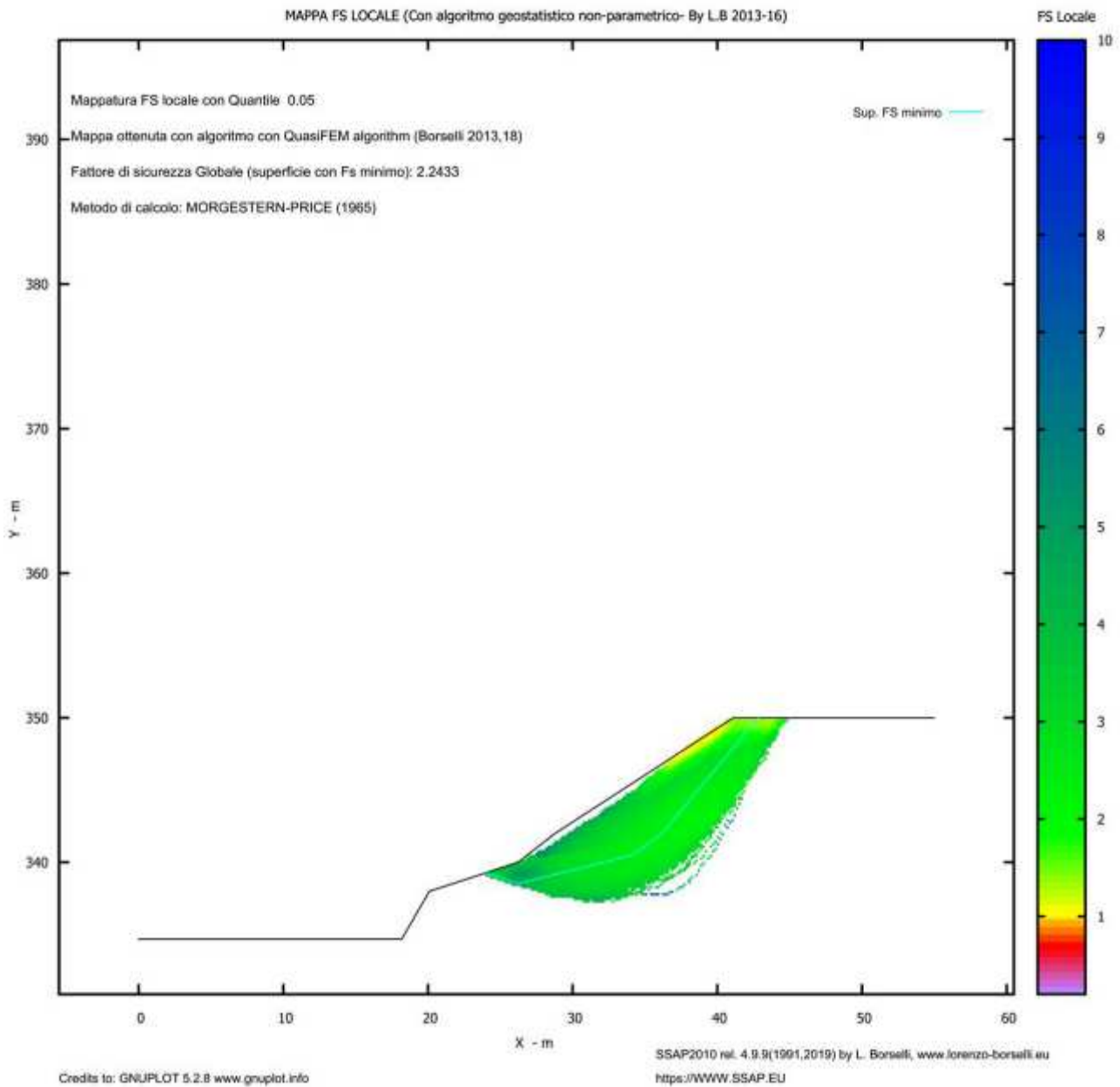


10.1.2 Verifica di stabilità con SSAP2010 – sismica

Per la verifica di stabilità della sezione A-A' della miniera Coccola nella combinazione sismica è stato utilizzato il programma SSAP2010, per comodità di consultazione si riportano qui in seguito le sole immagini con le 10 superfici a FS minore e la mappa FS locale e, in allegato alla fine della relazione, l'intero report di calcolo.

In questo caso verranno applicati uguali a 1 i fattori di resistenza e verrà introdotta l'azione sismica.





In fase di sistemazione e recupero ambientale l'eventuale presenza di blocchi instabili sarà oggetto di valutazione, si potrà intervenire attraverso il disgaggio o la chiodatura a seconda della tecnica ritenuta più efficace.

Rispetto allo stato attuale è già prevista una modesta asportazione di materiale a pendenze più elevate attraverso una riprofilatura come visibile nelle sezioni di progetto del recupero ambientale.

10.2 UNITÀ LITOTECNICHE 2 E 3: DEPOSITI PLIOCENICI E DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI – FRONTI RESIDUI BONGIANA

I parametri geotecnici dei fronti residui sono stati desunti dai precedenti studi geologici realizzati per le pratiche autorizzative della miniera e in particolare dal progetto autorizzativo e integrazioni del 2006 ⁽³⁾ e della relazione geologica del 2013 ⁽⁴⁾.

Nelle verifiche di stabilità riportate nei progetti precedenti non veniva presa in considerazione la coesione in quanto i fronti erano sottoposti a operazioni di scavo, in questa analisi si indagano i fronti residui della miniera Bongiana che risultano non scavati da diversi decenni.

Dalle indagini di campo risulta che i depositi pliocenici sono coperti da una porzione di materiali eluvio colluviali aventi caratteristiche geotecniche scadenti, dovuti alla mobilitazione recente di frammenti lungo le scarpate, si tratta di depositi incoerenti frutto dell'azione disagregativa degli agenti atmosferici ai danni delle rocce del sottosuolo.

Questo materiale, per la sua natura incoerente e terrosa, viene mobilitato e trasportato verso il basso per effetto di lenti processi gravitativi e soprattutto del ruscellamento diffuso ad opera delle acque meteoriche: si formano così accumuli alla base dei pendii, a costituire i cosiddetti "depositi colluviali": si tratta di un materiale poco consistente, in quanto privo di addensamento.

Questi depositi presentano spessori variabili tra le zone più acclivi che appaiono potenti alcuni decimetri (30-70 cm) alle zone più pianeggianti dove raggiungono anche i 100 cm di spessore.

Poiché in tale scarpata sono presenti locali settori in contropendenza verranno eseguiti piccoli interventi di riprofilatura che avranno l'utilità di eliminare le contropendenze e favorire il deflusso regolare delle acque meteoriche.

Nei tratti in contropendenza, infatti, si può generare il ristagno delle acque meteoriche che possono generare fenomeni di imbibizione dei depositi eluvio-colluviali superficiali. Questa è solitamente la causa scatenante di piccoli smottamenti in quanto la fluidificazione del deposito genera lo scivolamento verso il basso.

⁽³⁾ Relazione tecnica – Concessione mineraria denominata "Coccoła – Rolleja", Dott. Geol. Bocca P., Dott. Ing. Peccia Galletto F. e Dott. For. Campo A., Ottobre 2006.

⁽⁴⁾ Relazione geologica – Concessione mineraria denominata "VARIANTE CON AMPLIAMENTO DELLA COLTIVAZIONE MINERARIA E RIDUZIONE DELLA SUPERFICIE DELLA CONCESSIONE MINERARIA RELATIVA ALLA MINIERA " COCCOLA - ROLLEJA " L.R. 40/98 art.12 RD -1443/1027, Dott. Geol. Bocca P., Novembre 2013.

Inoltre per favorire la stabilità dello strato superficiale, favorire il deflusso superficiale delle acque di ruscellamento (evitando l'imbibizione dei depositi eluvio-colluviali) ed evitare fenomeni di erosione localizzata e incanalata, saranno realizzate delle opere di ingegneria naturalistica su questi settori.

Si prevede di realizzare una grata viva nella porzione più acclive, il vantaggio di quest'opera è che oltre a favorire il rinverdimento permette anche di fissare agli strati più profondi l'opera in via di realizzazione.

Verrà inoltre realizzato un intervento di idrosemina diffusa a tutto il versante, per favorire un rapido e facile rinverdimento, anche con scarso terreno vegetale.

Per una descrizione più approfondita si rimanda alla relazione di recupero ambientale.

Per la verifica di stabilità del pendio è stato condotto uno studio utilizzando il programma di calcolo Soils ver. 3.0 della Program Geo.

Il programma consente un'analisi di tipo iterativo, per approssimazioni successive, dell'elevato numero di superfici di tentativo che devono essere prese in considerazione secondo il metodo dell'equilibrio limite globale.

Il programma permette la scelta di differenti metodi di analisi di stabilità, in questo caso sono stati utilizzati i metodi di Janbu, Fellnius e Bishop.

I metodi generalmente utilizzati per le analisi di stabilità dei pendii (Janbu, Bell, Bishop) si differenziano tra loro per le diverse ipotesi statiche effettuate: è noto infatti che lo studio globale di un pendio suddiviso in conci costituisce un problema iperstatico, in quanto non è possibile conoscere a priori le direzioni ed i punti di applicazione delle forze all'interfaccia dei conci.

Il fattore di sicurezza è valutato come rapporto tra la somma delle forze resistenti e la somma delle forze innescanti lo scivolamento, per effetto degli sforzi di taglio provocati dalla gravità.

Depositi eluvio-colluviali superficiali (da 0.0 a 0.5/1.0 m da p.c.)

Angolo di attrito (ϕ) = 25°

Coesione (c) = 0 Kg/cm^2

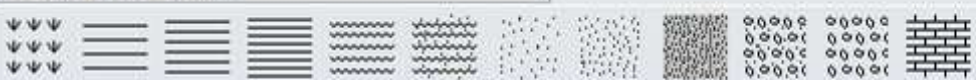
Peso di volume (γ) = $1,6 \text{ t/m}^3$


Depositi pliocenici in posto (oltre 0.5/1.0 m da p.c.)

Angolo di attrito (ϕ) = 35°

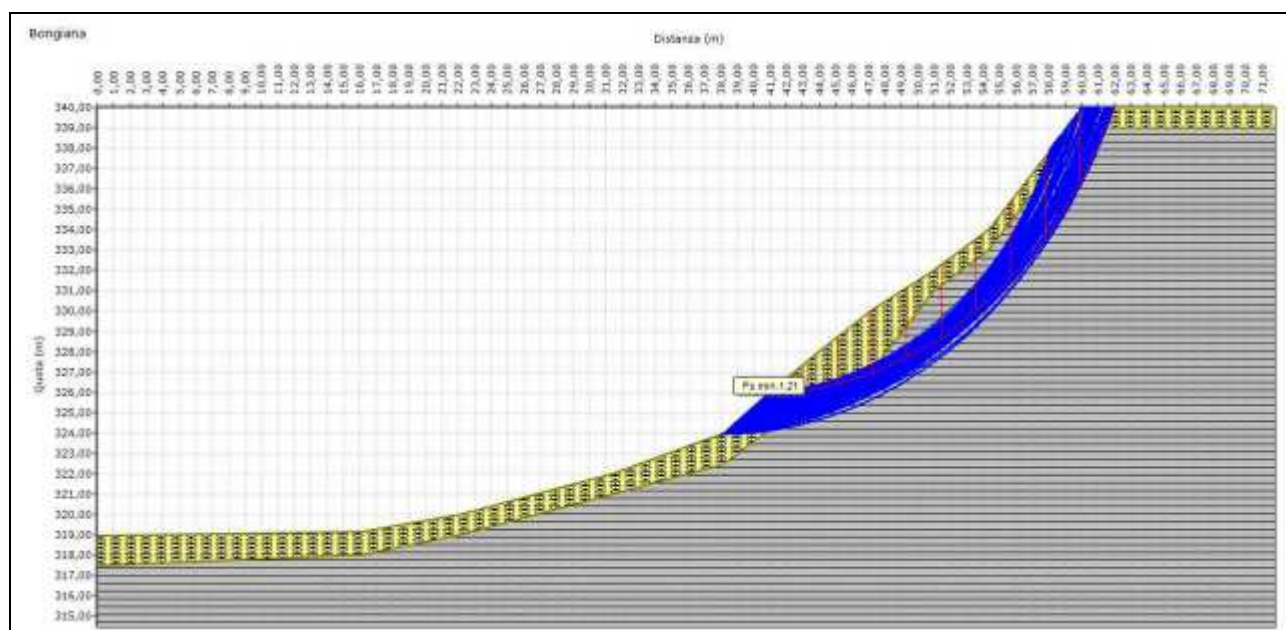
Coesione (c) = $0,15 \text{ Kg/cm}^2$

Peso di volume (γ) = $1,75 \text{ t/m}^3$

Deposito eluvio-colluviale	
	
Descrizione	Valore
Angolo di resistenza al taglio di picco(°):	25,0
Coesione (drenata per $\phi > 0$, non drenata per ϕ nullo)(kPa):	0,0
Peso di volume sopra falda (kN/mc):	15,7
Peso di volume saturo (kN/mc):	17,7
Modulo di deformazione (kPa):	500,0
Rapporto di Poisson:	0,4
O.C.R.:	1,0

Deposito pliocenico	
	
Descrizione	Valore
Angolo di resistenza al taglio di picco(°):	35,0
Coesione (drenata per $\phi > 0$, non drenata per ϕ nullo)(kPa):	14,7
Peso di volume sopra falda (kN/mc):	17,5
Peso di volume saturo (kN/mc):	19,5
Modulo di deformazione (kPa):	5500,0
Rapporto di Poisson:	0,4
O.C.R.:	2,0

10.2.1 Sezione 2-2' Bongiana – Combinazione fondamentale



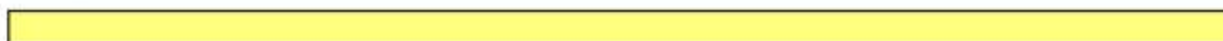
Riassunto della superficie con Fs minimo																
N.	Superfi	Fs	Metodo	Concio	Xbase(	Ybase(	Lunghe	Incl.ba	Volume	Peso(k	Hfalda(	Carichi	Carichi	Phi(°)	Coesio	du(m)
1	98	1,212	Sarma		40,896	325,97										
1				1	43,005	326,11	2,11	3,7	1,323	19,87	0,0	0,0	0,0	20,5	0,0	0,0
2				2	45,115	326,44	2,14	8,9	3,738	56,31	0,0	0,0	0,0	20,5	0,0	0,0
3				3	47,225	326,97	2,18	14,1	5,675	86,5	0,0	0,0	0,0	20,5	0,0	0,0
4				4	49,335	327,71	2,24	19,5	6,886	109,41	0,0	0,0	0,0	29,3	11,76	0,0
5				5	51,445	328,69	2,33	25,0	7,406	120,6	0,0	0,0	0,0	29,3	11,76	0,0
6				6	53,555	329,95	2,46	30,8	7,557	122,5	0,0	0,0	0,0	29,3	11,76	0,0
7				7	55,664	331,54	2,64	37,0	7,823	129,88	0,0	0,0	0,0	29,3	11,76	0,0
8				8	57,774	333,57	2,92	43,8	8,27	140,96	0,0	0,0	0,0	29,3	11,76	0,0
9				9	59,884	336,21	3,39	51,5	7,964	133,57	0,0	0,0	0,0	29,3	11,76	0,0
10				10	61,994	340,0	4,33	60,8	3,741	61,25	0,0	0,0	0,0	29,3	11,76	0,0

1

Riassunto dei coefficienti di sicurezza														
N.	Xvalle(m)	Yvalle(m)	Xmonte(	Ymonte(	Xcentro(	Ycentro(	Alfa°	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.Fs	Spencer	Sarma	Visibile
1	38,96	324,56	60,49	340,0	37,78	348,94	-2,8	1,453	1,491	1,549			1,453	1
2	39,36	324,85	60,95	340,0	37,7	350,19	-3,8	1,442	1,481	1,531			1,462	1
3	40,74	325,86	58,97	338,82	39,02	347,58	-4,5	1,304	1,317	1,351			1,311	1
4	39,65	325,06	59,25	339,1	39,44	346,05	-0,6	1,538	1,577	1,647			1,557	1
5	40,21	325,47	61,5	340,0	39,87	348,83	-0,8	1,366	1,424	1,453			1,321	1
6	39,42	324,9	61,45	340,0	38,94	349,23	-1,2	1,358	1,415	1,445			1,329	1
7	39,56	325,0	61,82	340,0	39,22	349,52	-0,8	1,345	1,404	1,433			1,323	1
8	39,78	325,16	58,51	338,34	38,86	346,37	-2,5	1,53	1,538	1,647			1,557	1
9	40,37	325,59	61,69	340,0	38,15	351,85	-4,8	1,327	1,354	1,41			1,318	1
10	39,5	324,95	59,57	339,44	39,33	346,34	-0,5	1,523	1,563	1,631			1,53	1
11	40,3	325,54	59,43	339,3	40,17	345,91	-0,4	1,462	1,485	1,572			1,417	1
12	38,61	324,31	60,46	340,0	36,45	350,36	-4,7	1,481	1,51	1,576			1,521	1
13	39,14	324,69	60,24	340,0	37,76	348,79	-3,3	1,503	1,535	1,602			1,526	1
14	40,93	326,0	59,87	339,75	39,53	347,85	-3,7	1,415	1,403	1,521			1,387	1
15	39,28	324,8	59,17	339,02	39,19	345,95	-0,3	1,533	1,573	1,645			1,55	1
16	39,5	324,96	59,81	339,68	38,52	347,67	-2,5	1,436	1,452	1,544			1,424	1
17	40,8	325,91	60,39	340,0	38,76	349,39	-5,0	1,494	1,502	1,59			1,505	1
18	39,41	324,89	58,45	338,27	38,32	346,66	-2,8	1,524	1,532	1,641			1,549	1
19	38,56	324,27	60,88	340,0	36,62	350,73	-4,2	1,424	1,46	1,514			1,439	1
20	38,5	324,22	61,84	340,0	37,14	351,39	-2,9	1,335	1,386	1,42			1,338	1
21	38,34	324,11	58,04	337,85	37,65	346,1	-1,8	1,593	1,621	1,714			1,694	1
22	39,9	325,25	59,75	339,63	38,78	347,69	-2,9	1,462	1,474	1,569			1,446	1
23	38,94	324,55	58,52	338,34	37,17	347,84	-4,3	1,381	1,41	1,44			1,433	1
24	39,88	325,23	61,44	340,0	37,73	351,49	-4,7	1,316	1,343	1,398			1,297	1
25	40,02	325,33	60,86	340,0	39,15	348,7	-2,1	1,344	1,376	1,435			1,299	1
26	39,35	324,85	58,54	338,37	38,74	346,1	-1,7	1,508	1,52	1,628			1,534	1
27	40,01	325,33	60,69	340,0	39,43	348,06	-1,5	1,365	1,396	1,46			1,317	1
28	40,49	325,68	61,76	340,0	40,43	348,74	-0,2	1,356	1,418	1,445			1,307	1
29	40,0	325,32	59,04	338,88	39,21	346,57	-2,1	1,516	1,525	1,632			1,529	1
30	40,8	325,91	59,13	338,98	39,62	346,94	-3,2	1,445	1,434	1,556			1,429	1
31	39,43	324,91	58,07	337,88	38,47	346,17	-2,6	1,4	1,436	1,46			1,444	1
32	39,27	324,79	61,03	340,0	37,99	349,78	-2,9	1,413	1,456	1,501			1,408	1
33	39,8	325,17	58,2	338,02	39,58	345,09	-0,6	1,531	1,544	1,654			1,545	1
34	40,18	325,46	60,9	340,0	38,09	350,46	-4,8	1,395	1,414	1,483			1,386	1
35	39,35	324,84	58,33	338,16	38,93	345,63	-1,1	1,521	1,534	1,643			1,547	1
36	39,21	324,75	61,04	340,0	38,66	348,78	-1,3	1,398	1,449	1,489			1,388	1

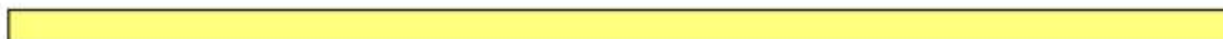
2

N.	Xvalle(m)	Yvalle(m)	Xmonte(	Ymonte(	Xcentro(	Ycentro(	Alfa°	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.Fs	Spencer	Sarma	Visibile
37	38,65	324,34	61,66	340,0	37,71	350,46	-2,1	1,337	1,39	1,423			1,327	1
38	39,07	324,64	60,17	340,0	38,42	347,71	-1,6	1,48	1,52	1,582			1,466	1
39	38,57	324,28	58,54	338,37	38,31	345,84	-0,7	1,552	1,586	1,67			1,605	1
40	39,84	325,21	59,95	339,84	38,36	348,39	-3,7	1,447	1,458	1,55			1,427	1
41	40,97	326,03	58,36	338,18	40,84	344,72	-0,4	1,465	1,461	1,589			1,446	1
42	38,05	323,96	59,55	339,42	36,85	348,31	-2,8	1,588	1,631	1,693			1,722	1
43	38,06	323,96	61,75	340,0	37,89	349,73	-0,4	1,379	1,453	1,467			1,417	1
44	39,79	325,17	60,89	340,0	38,76	349,05	-2,5	1,34	1,37	1,43			1,297	1
45	39,67	325,08	61,82	340,0	39,04	349,91	-1,5	1,334	1,39	1,42			1,296	1
46	38,47	324,2	60,68	340,0	36,49	350,5	-4,3	1,443	1,476	1,537			1,471	1
47	39,8	325,17	61,63	340,0	39,57	348,99	-0,5	1,35	1,409	1,437			1,306	1
48	40,05	325,36	60,94	340,0	39,73	348,03	-0,8	1,413	1,467	1,503			1,368	1
49	39,85	325,21	58,41	338,24	38,39	347,02	-3,8	1,288	1,303	1,344			1,304	1
50	38,84	324,48	61,64	340,0	36,44	352,51	-4,9	1,365	1,406	1,446			1,372	1
51	40,92	325,99	59,94	339,83	39,66	347,73	-3,3	1,542	1,549	1,65			1,544	1
52	39,16	324,71	58,11	337,93	38,67	345,6	-1,3	1,612	1,641	1,733			1,694	1
53	38,18	324,0	60,28	340,0	36,69	349,32	-3,4	1,529	1,578	1,624			1,613	1
54	40,07	325,37	60,87	340,0	38,33	349,94	-4,1	1,37	1,393	1,458			1,346	1
55	40,95	326,01	58,72	338,56	40,87	344,99	-0,2	1,423	1,424	1,541			1,37	1
56	39,22	324,75	58,85	338,69	37,93	347,36	-3,3	1,498	1,507	1,612			1,526	1
57	39,09	324,66	59,13	338,98	37,44	348,15	-4,0	1,481	1,487	1,591			1,506	1
58	38,28	324,06	58,81	338,66	36,21	348,73	-4,8	1,455	1,497	1,513			1,556	1
59	38,38	324,14	61,83	340,0	36,49	352,19	-3,9	1,332	1,378	1,417			1,337	1
60	40,53	325,71	61,56	340,0	38,29	351,61	-4,9	1,322	1,349	1,404			1,3	1
61	39,39	324,88	58,37	338,19	38,59	346,2	-2,2	1,516	1,526	1,635			1,552	1
62	38,96	324,57	61,34	340,0	37,73	350,29	-2,8	1,376	1,424	1,462			1,373	1
63	38,87	324,5	61,9	340,0	37,78	350,98	-2,4	1,326	1,379	1,412			1,314	1
64	39,37	324,86	60,81	340,0	39,17	347,89	-0,5	1,407	1,461	1,5			1,378	1
65	40,07	325,37	61,74	340,0	37,75	352,17	-4,9	1,318	1,345	1,401			1,322	1
66	39,71	325,11	61,85	340,0	38,62	350,63	-2,5	1,355	1,406	1,441			1,348	1
67	40,97	326,03	61,33	340,0	39,95	349,34	-2,5	1,336	1,37	1,423			1,286	1
68	38,03	323,95	61,8	340,0	37,94	349,7	-0,2	1,381	1,455	1,47			1,431	1
69	39,4	324,88	61,86	340,0	38,15	350,98	-2,7	1,34	1,392	1,424			1,32	1
70	40,67	325,81	60,37	340,0	38,94	348,98	-4,3	1,478	1,489	1,575			1,472	1
71	38,0	323,95	61,17	340,0	37,21	349,83	-1,7	1,432	1,496	1,52			1,497	1
72	38,23	324,03	59,47	339,34	37,96	346,8	-0,7	1,548	1,604	1,654			1,653	1
73	40,56	325,73	60,96	340,0	39,46	349,02	-2,7	1,372	1,399	1,462			1,338	1
74	40,61	325,77	58,52	338,35	40,39	345,13	-0,7	1,436	1,432	1,557			1,399	1

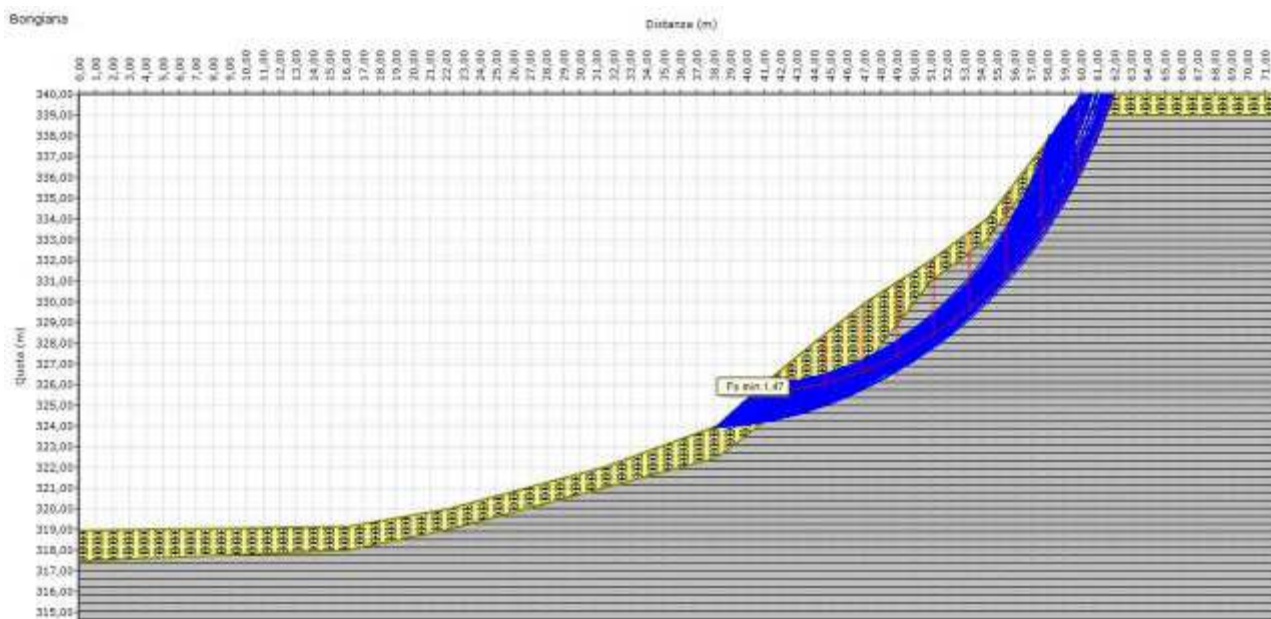


3

N.	Xvalle(m)	Yvalle(m)	Xmonte(	Ymonte(	Xcentro(	Ycentro(	Alfa°	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.Fs	Spencer	Sarma	Visibile
75	39,58	325,02	60,76	340,0	38,54	348,94	-2,5	1,452	1,494	1,544			1,451	1
76	40,55	325,72	58,09	337,91	39,75	345,59	-2,3	1,321	1,342	1,377			1,33	1
77	38,4	324,15	61,13	340,0	37,61	349,51	-1,8	1,443	1,508	1,531			1,5	1
78	40,19	325,46	58,43	338,25	39,24	346,2	-2,6	1,292	1,313	1,348			1,298	1
79	38,9	324,52	59,9	339,78	38,0	347,84	-2,2	1,499	1,533	1,604			1,511	1
80	40,4	325,61	59,62	339,49	39,72	346,8	-1,8	1,484	1,499	1,593			1,457	1
81	38,0	323,94	58,34	338,16	36,47	347,79	-3,7	1,469	1,513	1,529			1,573	1
82	38,73	324,4	58,77	338,61	37,85	346,87	-2,2	1,542	1,572	1,653			1,591	1
83	38,72	324,39	60,37	340,0	36,68	350,04	-4,5	1,483	1,512	1,578			1,516	1
84	38,77	324,42	58,58	338,41	38,41	345,96	-1,0	1,567	1,601	1,684			1,627	1
85	38,35	324,12	59,63	339,5	38,28	346,62	-0,2	1,545	1,603	1,651			1,652	1
86	38,76	324,42	61,88	340,0	38,59	349,61	-0,4	1,386	1,461	1,473			1,425	1
87	39,71	325,11	60,59	340,0	38,73	348,57	-2,4	1,373	1,4	1,467			1,334	1
88	38,73	324,4	61,97	340,0	38,43	349,94	-0,7	1,368	1,442	1,454			1,396	1
89	38,07	323,97	59,74	339,61	36,22	349,36	-4,2	1,515	1,54	1,619			1,57	1
90	39,97	325,3	59,05	338,9	39,1	346,7	-2,3	1,512	1,521	1,627			1,525	1
91	39,66	325,08	58,26	338,08	39,25	345,47	-1,2	1,519	1,531	1,64			1,532	1
92	38,4	324,15	61,7	340,0	36,14	352,53	-4,5	1,351	1,394	1,436			1,373	1
93	40,1	325,39	58,47	338,29	39,27	346,09	-2,3	1,55	1,559	1,667			1,565	1
94	38,35	324,12	58,06	337,87	37,29	346,64	-2,7	1,574	1,599	1,691			1,664	1
95	38,56	324,27	60,82	340,0	38,35	348,17	-0,5	1,456	1,523	1,549			1,511	1
96	40,9	325,98	60,25	340,0	39,22	348,66	-4,2	1,505	1,514	1,603			1,499	1
97	38,8	324,44	61,13	340,0	38,1	349,27	-1,6	1,372	1,424	1,462			1,353	1
98	40,9	325,97	61,99	340,0	40,43	349,55	-1,1	1,271	1,316	1,363			1,212	1
99	39,61	325,04	60,44	340,0	37,59	349,83	-4,7	1,406	1,42	1,5			1,399	1
100	39,54	324,98	58,93	338,78	38,89	346,42	-1,7	1,47	1,486	1,583			1,463	1



10.2.2 Sezione 2-2' Bongiana – Combinazione sismica



Riassunto della superficie con Fs minimo

N.	Superfici	Fs	Metodo	Concio	Xbase(	Ybase(	Lunghe	Incl.ba	Volume	Peso(k	Hfaldal	Carichi	Carichi	Phi(°)	Coesio	du(m)
1	43	1,47	Sarma		40,324	325,55										
1				1	42,488	325,71	2,17	4,2	1,418	20,39	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0
2				2	44,653	326,06	2,19	9,3	3,98	57,77	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0
3				3	46,817	326,62	2,24	14,4	6,012	88,75	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0
4				4	48,982	327,40	2,3	19,8	7,311	111,87	0,0	0,0	0,0	35,0	14,7	0,0
5				5	51,147	328,42	2,39	25,2	7,845	127,13	0,0	0,0	0,0	35,0	14,7	0,0
6				6	53,311	329,72	2,53	31,0	7,956	133,25	0,0	0,0	0,0	35,0	14,7	0,0
7				7	55,476	331,36	2,72	37,1	8,112	137,04	0,0	0,0	0,0	35,0	14,7	0,0
8				8	57,64	333,44	3,0	43,8	8,464	140,83	0,0	0,0	0,0	35,0	14,7	0,0
9				9	59,805	336,15	3,47	51,4	8,145	133,25	0,0	0,0	0,0	35,0	14,7	0,0
10				10	61,97	340,0	4,41	60,6	3,821	62,84	0,0	0,0	0,0	35,0	14,7	0,0

1

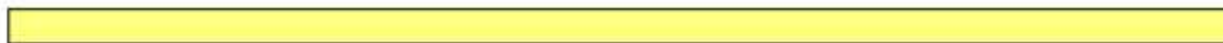
Riassunto dei coefficienti di sicurezza														
N.	Xvalle(m)	Yvalle(m)	Xmonte(m)	Ymonte(m)	Xcentro(m)	Ycentro(m)	Alfa°	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.Fs	Spencer	Sarma	Visibile
1	39,77	325,15	61,64	340,0	38,75	350,18	-2,3	1,637	1,686	1,729			1,625	1
2	39,67	325,08	59,98	339,87	38,54	347,98	-2,8	1,729	1,732	1,845			1,717	1
3	40,59	325,75	59,99	339,87	38,6	348,87	-4,9	1,668	1,637	1,778			1,648	1
4	40,62	325,77	59,7	339,57	38,91	348,23	-4,4	1,7	1,669	1,815			1,692	1
5	40,2	325,46	59,39	339,25	40,06	345,9	-0,4	1,752	1,766	1,874			1,713	1
6	40,05	325,35	60,03	339,92	39,5	347,1	-1,4	1,724	1,734	1,84			1,693	1
7	39,37	324,86	60,59	340,0	39,28	347,42	-0,2	1,702	1,749	1,808			1,672	1
8	40,72	325,85	58,03	337,84	39,52	346,06	-3,4	1,626	1,627	1,686			1,67	1
9	39,25	324,77	61,37	340,0	39,17	348,57	-0,2	1,635	1,692	1,734			1,621	1
10	39,67	325,08	59,25	339,11	39,25	346,36	-1,1	1,756	1,763	1,88			1,756	1
11	39,27	324,79	60,04	339,93	37,39	349,18	-4,4	1,72	1,717	1,831			1,725	1
12	39,82	325,19	60,64	340,0	38,36	349,29	-3,5	1,662	1,674	1,764			1,646	1
13	38,21	324,02	59,35	339,21	37,5	347,3	-1,7	1,887	1,932	2,006			2,067	1
14	40,42	325,63	60,6	340,0	39,72	347,96	-1,8	1,661	1,683	1,764			1,605	1
15	39,19	324,73	59,3	339,16	38,6	346,78	-1,5	1,819	1,849	1,937			1,857	1
16	39,16	324,71	60,06	339,95	38,98	346,91	-0,5	1,767	1,805	1,882			1,762	1
17	39,56	325,0	61,8	340,0	37,81	351,57	-3,8	1,63	1,674	1,719			1,632	1
18	38,7	324,37	58,43	338,26	37,03	347,7	-4,1	1,774	1,813	1,833			1,923	1
19	38,47	324,2	60,61	340,0	37,06	349,59	-3,2	1,713	1,745	1,815			1,738	1
20	40,23	325,49	61,4	340,0	38,97	350,02	-2,9	1,584	1,609	1,676			1,564	1
21	38,3	324,08	60,27	340,0	38,16	347,39	-0,3	1,78	1,843	1,889			1,875	1
22	40,82	325,92	60,29	340,0	40,62	346,69	-0,5	1,71	1,728	1,822			1,64	1
23	40,77	325,88	59,61	339,48	39,44	347,57	-3,5	1,701	1,673	1,819			1,679	1
24	39,09	324,66	58,07	337,88	38,01	346,44	-2,8	1,666	1,693	1,729			1,742	1
25	38,79	324,44	61,95	340,0	38,55	349,82	-0,5	1,644	1,721	1,739			1,699	1
26	39,68	325,09	58,76	338,6	39,59	345,44	-0,3	1,777	1,786	1,908			1,782	1
27	39,36	324,85	61,44	340,0	37,73	350,9	-3,6	1,668	1,708	1,76			1,686	1
28	39,55	324,99	60,29	340,0	38,8	347,87	-1,9	1,777	1,811	1,885			1,782	1
29	39,78	325,16	58,01	337,82	38,83	345,98	-2,6	1,701	1,727	1,761			1,769	1
30	40,82	325,92	60,19	340,0	39,45	348,16	-3,5	1,773	1,773	1,883			1,758	1
31	40,8	325,91	60,96	340,0	40,08	348,4	-1,8	1,625	1,65	1,722			1,564	1
32	39,75	325,14	59,62	339,49	38,95	347,17	-2,1	1,748	1,751	1,869			1,746	1
33	39,03	324,61	58,75	338,59	39,02	345,52	0,0	1,834	1,868	1,961			1,877	1
34	40,44	325,64	61,67	340,0	38,93	350,76	-3,4	1,571	1,597	1,663			1,546	1
35	40,88	325,96	60,43	340,0	39,26	348,84	-4,0	1,776	1,776	1,882			1,794	1
36	38,13	323,98	61,32	340,0	37,44	349,77	-1,5	1,699	1,766	1,795			1,775	1

2

N.	Xvalle(m)	Yvalle(m)	Xmonte(	Ymonte(	Xcentro(	Ycentro(	Alfa°	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.Fs	Spencer	Sarma	Visibile
37	40,72	325,84	59,29	339,15	39,44	347,25	-3,4	1,724	1,695	1,844			1,716	1
38	39,02	324,61	61,0	340,0	37,58	350,05	-3,3	1,698	1,735	1,795			1,71	1
39	38,26	324,05	59,12	338,97	37,48	347,18	-1,9	1,888	1,932	2,005			2,062	1
40	38,79	324,44	61,95	340,0	38,08	350,5	-1,6	1,576	1,631	1,669			1,559	1
41	40,58	325,75	60,57	340,0	39,11	348,94	-3,6	1,721	1,727	1,824			1,721	1
42	39,71	325,11	60,97	340,0	38,02	350,14	-3,8	1,634	1,649	1,73			1,629	1
43	40,32	325,56	61,97	340,0	39,63	350,04	-1,6	1,523	1,559	1,621			1,47	1
44	40,66	325,81	61,91	340,0	39,11	351,13	-3,5	1,543	1,571	1,636			1,504	1
45	39,39	324,87	59,48	339,35	38,73	346,97	-1,7	1,84	1,869	1,956			1,882	1
46	38,39	324,15	58,85	338,7	37,24	347,42	-2,8	1,849	1,868	1,972			1,94	1
47	39,98	325,31	59,7	339,57	38,65	347,91	-3,4	1,766	1,764	1,881			1,762	1
48	40,11	325,4	60,31	340,0	38,51	348,9	-3,9	1,76	1,758	1,87			1,771	1
49	40,19	325,46	59,1	338,95	38,68	347,58	-3,9	1,525	1,533	1,576			1,529	1
50	40,36	325,58	60,28	340,0	39,56	347,66	-2,1	1,716	1,726	1,827			1,677	1
51	39,51	324,97	61,68	340,0	39,0	349,58	-1,2	1,615	1,671	1,709			1,595	1
52	38,7	324,37	59,94	339,82	37,05	348,95	-3,8	1,825	1,842	1,939			1,896	1
53	39,65	325,07	58,52	338,35	39,49	345,33	-0,4	1,782	1,791	1,912			1,78	1
54	39,83	325,2	58,42	338,24	38,89	346,31	-2,6	1,673	1,701	1,731			1,734	1
55	38,78	324,43	59,9	339,79	38,24	347,38	-1,3	1,762	1,795	1,876			1,776	1
56	39,45	324,92	59,63	339,5	37,93	348,27	-3,7	1,775	1,768	1,895			1,821	1
57	39,11	324,67	59,46	339,33	38,05	347,6	-2,6	1,856	1,876	1,974			1,929	1
58	40,8	325,91	59,74	339,62	40,43	346,35	-1,0	1,755	1,767	1,872			1,7	1
59	38,28	324,06	59,28	339,13	37,83	346,85	-1,1	1,881	1,929	2,001			2,055	1
60	39,73	325,13	59,96	339,84	39,0	347,39	-1,9	1,713	1,722	1,829			1,688	1
61	39,33	324,83	59,16	339,02	39,13	346,07	-0,5	1,842	1,874	1,964			1,888	1
62	38,95	324,55	59,16	339,02	37,01	348,62	-4,6	1,778	1,767	1,897			1,837	1
63	38,91	324,53	58,63	338,46	37,24	347,81	-4,1	1,645	1,667	1,704			1,721	1
64	38,57	324,28	61,36	340,0	38,34	348,99	-0,5	1,694	1,766	1,793			1,766	1
65	40,17	325,44	60,55	340,0	38,99	348,65	-2,9	1,678	1,691	1,781			1,655	1
66	38,58	324,29	59,94	339,83	38,35	347,05	-0,6	1,747	1,784	1,864			1,755	1
67	39,45	324,92	59,75	339,63	39,23	346,59	-0,6	1,799	1,836	1,915			1,799	1
68	38,06	323,96	58,75	338,59	35,92	348,94	-4,9	1,744	1,779	1,804			1,874	1
69	40,42	325,63	59,46	339,33	38,96	347,74	-3,8	1,672	1,645	1,788			1,649	1
70	40,95	326,01	58,99	338,83	40,92	345,15	-0,1	1,829	1,838	1,957			1,814	1
71	39,05	324,63	58,71	338,54	38,09	346,82	-2,5	1,784	1,781	1,913			1,826	1
72	40,21	325,48	61,65	340,0	39,28	349,94	-2,2	1,55	1,583	1,644			1,504	1
73	39,76	325,15	61,64	340,0	39,54	349,01	-0,5	1,615	1,674	1,711			1,581	1
74	40,16	325,44	59,15	339,0	38,18	348,28	-4,9	1,542	1,543	1,591			1,569	1

3

N.	Xvalle(m)	Yvalle(m)	Xmonte(	Ymonte(	Xcentro(	Ycentro(	Alfa°	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.Fs	Spencer	Sarma	Visibile
75	38,3	324,08	58,8	338,64	36,91	347,74	-3,4	1,872	1,885	1,998			1,999	1
76	38,3	324,08	58,03	337,85	37,22	346,66	-2,7	1,883	1,899	2,013			2,009	1
77	39,37	324,86	59,5	339,36	37,32	348,92	-4,9	1,8	1,788	1,918			1,846	1
78	39,8	325,17	58,99	338,84	38,06	347,93	-4,4	1,512	1,517	1,565			1,527	1
79	38,66	324,34	61,46	340,0	38,38	349,19	-0,7	1,684	1,757	1,779			1,738	1
80	38,68	324,36	60,7	340,0	37,14	349,84	-3,4	1,72	1,752	1,82			1,746	1
81	38,79	324,44	59,23	339,08	37,01	348,51	-4,2	1,763	1,755	1,883			1,807	1
82	40,85	325,94	59,7	339,58	39,69	347,39	-3,1	1,686	1,66	1,805			1,655	1
83	38,33	324,1	60,44	340,0	36,9	349,42	-3,2	1,739	1,766	1,846			1,781	1
84	38,55	324,26	60,52	340,0	37,33	349,17	-2,8	1,708	1,742	1,812			1,72	1
85	39,15	324,7	58,33	338,15	38,18	346,48	-2,6	1,805	1,801	1,936			1,861	1
86	39,51	324,97	61,58	340,0	39,51	348,68	0,0	1,617	1,677	1,714			1,582	1
87	40,79	325,9	61,5	340,0	39,23	350,45	-3,6	1,605	1,627	1,696			1,584	1
88	39,14	324,69	59,4	339,26	37,01	349,02	-5,0	1,789	1,777	1,907			1,84	1
89	39,53	324,98	58,12	337,94	39,46	344,9	-0,2	1,801	1,809	1,935			1,811	1
90	38,04	323,95	59,77	339,64	37,31	347,86	-1,7	1,869	1,915	1,984			2,033	1
91	39,62	325,05	59,01	338,85	39,25	346,07	-1,0	1,778	1,784	1,905			1,791	1
92	39,32	324,82	61,13	340,0	39,1	348,4	-0,5	1,657	1,71	1,756			1,636	1
93	38,41	324,16	61,25	340,0	36,06	351,93	-4,8	1,681	1,712	1,774			1,737	1
94	39,68	325,09	61,76	340,0	38,63	350,44	-2,4	1,626	1,675	1,718			1,624	1
95	39,38	324,87	61,75	340,0	38,84	349,76	-1,2	1,608	1,664	1,702			1,59	1
96	39,61	325,04	59,21	339,07	38,59	347,17	-2,6	1,782	1,783	1,904			1,805	1
97	40,38	325,6	60,84	340,0	40,24	347,53	-0,4	1,605	1,639	1,707			1,526	1
98	38,44	324,19	58,23	338,04	37,94	345,96	-1,3	1,846	1,871	1,975			1,931	1
99	38,53	324,25	61,22	340,0	37,16	350,43	-3,0	1,667	1,707	1,763			1,693	1
100	39,09	324,66	61,54	340,0	36,69	352,28	-5,0	1,681	1,714	1,769			1,729	1



10.3 UNITÀ LITOTECNICA 4: DEPOSITI SEDIMENTARI - FRONTI DI SCAVO IN FASE OPERATIVA – RIPROFILATURA FINALE

I parametri geotecnici dei fronti di scavo in fase operativa sono stati desunti (come per i precedenti casi) dagli studi geologici realizzati per le pratiche autorizzative della miniera e in particolare dal progetto autorizzativo e integrazioni del 2006 ⁽⁵⁾ e della relazione geologica del 2013 ⁽⁶⁾, e verificati in sito con prove speditive di terreno.

Nelle verifiche di stabilità riportate nei progetti precedenti non veniva presa in considerazione la coesione in quanto i fronti erano sottoposti a operazioni di scavo, per cui, per la verifica dei fronti di scavo in fase operativa, si terrà conto del solo valore di angolo di attrito.

Per la verifica di stabilità del pendio è stato condotto uno studio utilizzando il programma di calcolo Soils ver. 3.0 della Program Geo.

Il programma consente un'analisi di tipo iterativo, per approssimazioni successive, dell'elevato numero di superfici di tentativo che devono essere prese in considerazione secondo il metodo dell'equilibrio limite globale.

Il programma permette la scelta di differenti metodi di analisi di stabilità, in questo caso sono stati utilizzati i metodi di Janbu, Fellnius e Bishop.

I metodi generalmente utilizzati per le analisi di stabilità dei pendii (Janbu, Bell, Bishop) si differenziano tra loro per le diverse ipotesi statiche effettuate: è noto infatti che lo studio globale di un pendio suddiviso in conci costituisce un problema iperstatico, in quanto non è possibile conoscere a priori le direzioni ed i punti di applicazione delle forze all'interfaccia dei conci.

Il fattore di sicurezza è valutato come rapporto tra la somma delle forze resistenti e la somma delle forze innescanti lo scivolamento, per effetto degli sforzi di taglio provocati dalla gravità.

Depositi sedimentari

Angolo di attrito (φ) = 35°

Coesione (c) = 0 Kg/cm²

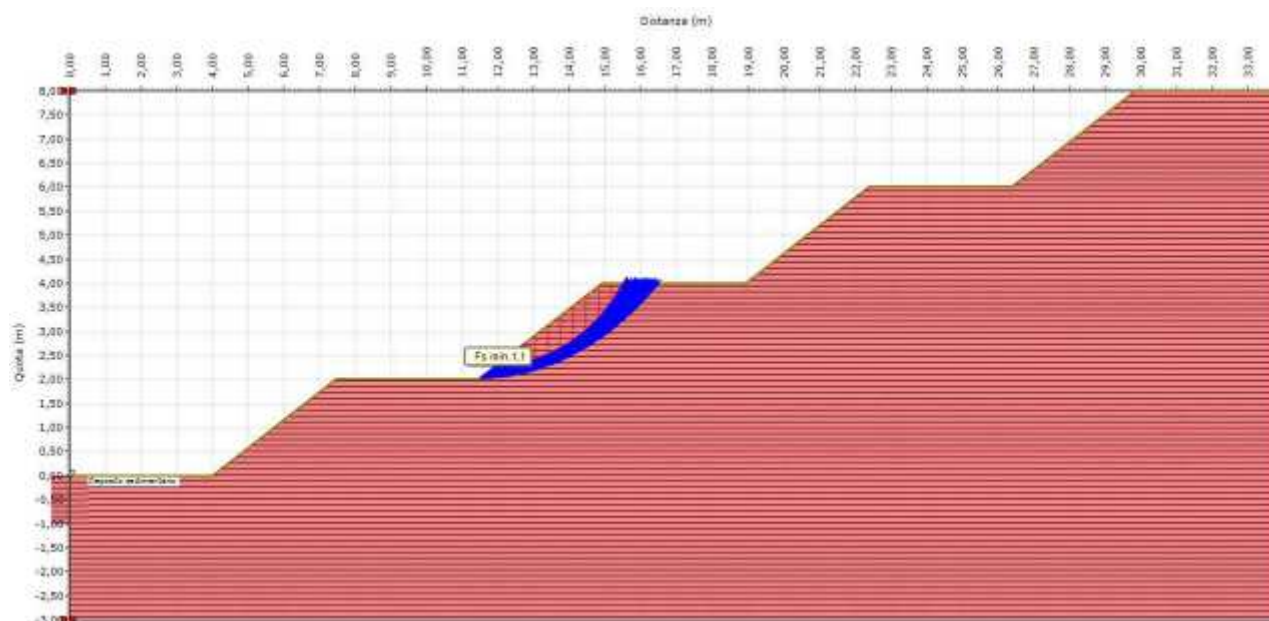
Peso di volume (γ) = 1,75 t/m³

⁽⁵⁾ Relazione tecnica – Concessione mineraria denominata "Coccola – Rolleja", Dott. Geol. Bocca P., Dott. Ing. Peccia Galletto F. e Dott. For. Campo A., Ottobre 2006.

⁽⁶⁾ Relazione geologica – Concessione mineraria denominata "VARIANTE CON AMPLIAMENTO DELLA COLTIVAZIONE MINERARIA E RIDUZIONE DELLA SUPERFICIE DELLA CONCESSIONE MINERARIA RELATIVA ALLA MINIERA " COCCOLA - ROLLEJA " L.R. 40/98 art.12 RD -1443/1027, Dott. Geol. Bocca P., Novembre 2013.

Descrizione	Valore
Angolo di resistenza al taglio di picco(°):	35,0
Coesione (drenata per phi>0, non drenata per phi nullo)(kPa):	0,0
Peso di volume sopra falda (kN/mc):	17,5
Peso di volume saturo (kN/mc):	19,5
Modulo di deformazione (kPa):	3500
Rapporto di Poisson:	0,4
O.C.R.:	4,0

10.3.1 Sezione di scavo tipo – Combinazione fondamentale



Riassunto della superficie con Fs minimo

N.	Superfi	Fs	Metodo	Concio	Xbase(	Ybase(	Lunghe	Incl.ba	Volume	Peso(k	Hfalda(	Carichi	Carichi	Phi(°)	Coesio	du(m)
1	19	1,1	Felleni		11,995	2,309										
1				1	12,348	2,323	0,35	2,2	0,033	0,0	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
2				2	12,7	2,365	0,35	6,7	0,095	0,62	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
3				3	13,052	2,435	0,36	11,3	0,148	1,85	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
4				4	13,405	2,535	0,37	15,9	0,189	2,47	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
5				5	13,757	2,667	0,38	20,6	0,22	3,08	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
6				6	14,109	2,835	0,39	25,4	0,239	3,7	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
7				7	14,462	3,042	0,41	30,5	0,245	3,7	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
8				8	14,814	3,297	0,43	35,9	0,235	3,7	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
9				9	15,166	3,61	0,47	41,6	0,182	2,47	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
10				10	15,519	4,0	0,53	47,9	0,069	0,62	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0

1

Riassunto dei coefficienti di sicurezza											
N.											
1	11,82	2,21	16,09	4,0	11,82	8,2	0,0	1,366	1,412	1,438	1
2	11,72	2,15	15,55	4,0	11,72	7,04	0,0	1,125	1,183	1,183	1
3	11,82	2,21	16,26	4,0	11,82	8,62	0,0	1,412	1,456	1,487	1
4	11,71	2,14	15,98	4,0	11,71	7,99	0,0	1,255	1,305	1,322	1
5	11,7	2,14	16,02	4,0	11,7	8,07	0,0	1,291	1,341	1,359	1
6	11,63	2,1	15,77	4,0	11,63	7,54	0,0	1,19	1,246	1,253	1
7	11,97	2,29	15,8	4,0	11,97	7,45	0,0	1,252	1,302	1,318	1
8	11,82	2,21	16,38	4,0	11,82	8,91	0,0	1,461	1,502	1,537	1
9	11,96	2,29	16,38	4,0	11,96	8,84	0,0	1,462	1,504	1,539	1
10	11,53	2,04	15,66	4,0	11,53	7,37	0,0	1,159	1,216	1,22	1
11	11,53	2,04	16,15	4,0	11,53	8,48	0,0	1,309	1,359	1,378	1
12	11,6	2,08	15,99	4,0	11,6	8,06	0,0	1,274	1,326	1,341	1
13	11,72	2,15	15,96	4,0	11,72	7,94	0,0	1,251	1,302	1,318	1
14	11,58	2,07	15,62	4,0	11,58	7,27	0,0	1,171	1,23	1,231	1
15	11,55	2,05	15,76	4,0	11,55	7,56	0,0	1,183	1,239	1,246	1
16	11,51	2,03	16,14	4,0	11,51	8,46	0,0	1,304	1,354	1,373	1
17	11,83	2,21	15,8	4,0	11,83	7,51	0,0	1,173	1,223	1,236	1
18	11,56	2,06	16,33	4,0	11,56	8,89	0,0	1,349	1,393	1,421	1
19	12,0	2,31	15,52	4,0	12,0	6,83	0,0	1,1	1,144	1,157	1
20	11,58	2,07	15,74	4,0	11,58	7,51	0,0	1,18	1,236	1,243	1
21	11,91	2,26	15,67	4,0	11,91	7,19	0,0	1,214	1,266	1,277	1
22	11,77	2,18	16,02	4,0	11,77	8,05	0,0	1,271	1,32	1,339	1
23	11,57	2,06	15,95	4,0	11,57	7,99	0,0	1,263	1,316	1,329	1
24	11,69	2,13	15,73	4,0	11,69	7,44	0,0	1,186	1,241	1,248	1
25	11,77	2,18	16,33	4,0	11,77	8,8	0,0	1,404	1,446	1,478	1
26	11,73	2,16	16,1	4,0	11,73	8,27	0,0	1,316	1,365	1,385	1
27	11,98	2,3	16,07	4,0	11,98	8,06	0,0	1,347	1,392	1,419	1
28	11,57	2,07	16,3	4,0	11,57	8,81	0,0	1,342	1,387	1,414	1
29	11,82	2,21	16,2	4,0	11,82	8,46	0,0	1,397	1,442	1,471	1
30	11,52	2,04	16,18	4,0	11,52	8,53	0,0	1,313	1,36	1,382	1
31	11,79	2,19	15,68	4,0	11,79	7,27	0,0	1,16	1,216	1,221	1
32	11,69	2,13	15,97	4,0	11,69	7,97	0,0	1,25	1,301	1,317	1
33	11,52	2,04	15,92	4,0	11,52	7,94	0,0	1,225	1,278	1,29	1
34	11,74	2,16	15,82	4,0	11,74	7,6	0,0	1,21	1,264	1,275	1
35	11,84	2,22	15,94	4,0	11,84	7,84	0,0	1,296	1,344	1,365	1
36	11,85	2,22	16,19	4,0	11,85	8,42	0,0	1,396	1,441	1,47	1

2

37	11,94	2,28	16,05	4,0	11,94	8,04	0,0	1,339	1,384	1,411	1
38	11,88	2,24	15,84	4,0	11,88	7,58	0,0	1,23	1,276	1,296	1
39	11,65	2,11	16,18	4,0	11,65	8,47	0,0	1,326	1,375	1,397	1
40	11,57	2,07	16,18	4,0	11,57	8,52	0,0	1,303	1,351	1,373	1
41	11,89	2,25	15,79	4,0	11,89	7,47	0,0	1,224	1,272	1,289	1
42	11,78	2,18	15,87	4,0	11,78	7,71	0,0	1,228	1,281	1,293	1
43	11,53	2,04	16,29	4,0	11,53	8,81	0,0	1,335	1,38	1,407	1
44	11,77	2,18	15,97	4,0	11,77	7,94	0,0	1,258	1,308	1,326	1
45	11,55	2,05	15,5	4,0	11,55	7,04	0,0	1,106	1,166	1,164	1
46	11,67	2,12	16,43	4,0	11,67	9,09	0,0	1,385	1,428	1,458	1
47	11,55	2,05	16,47	4,0	11,55	9,23	0,0	1,38	1,423	1,453	1
48	11,93	2,27	16,0	4,0	11,93	7,94	0,0	1,321	1,368	1,391	1
49	11,52	2,03	16,37	4,0	11,52	9,01	0,0	1,354	1,398	1,427	1
50	11,78	2,18	15,8	4,0	11,78	7,54	0,0	1,208	1,262	1,272	1
51	11,9	2,25	15,83	4,0	11,9	7,54	0,0	1,228	1,274	1,294	1
52	11,83	2,21	15,72	4,0	11,83	7,34	0,0	1,172	1,228	1,234	1
53	11,73	2,16	15,58	4,0	11,73	7,11	0,0	1,133	1,191	1,193	1
54	11,69	2,13	16,49	4,0	11,69	9,24	0,0	1,404	1,445	1,478	1
55	11,98	2,3	16,23	4,0	11,98	8,46	0,0	1,423	1,467	1,498	1
56	11,94	2,28	15,97	4,0	11,94	7,85	0,0	1,312	1,36	1,382	1
57	11,81	2,2	15,75	4,0	11,81	7,42	0,0	1,161	1,211	1,223	1
58	11,74	2,16	16,07	4,0	11,74	8,17	0,0	1,306	1,356	1,375	1
59	11,51	2,03	15,52	4,0	11,51	7,09	0,0	1,108	1,168	1,166	1
60	11,51	2,03	16,24	4,0	11,51	8,69	0,0	1,322	1,367	1,392	1
61	11,51	2,03	15,54	4,0	11,51	7,14	0,0	1,153	1,217	1,212	1
62	11,88	2,24	16,47	4,0	11,88	9,11	0,0	1,483	1,522	1,561	1
63	11,72	2,15	15,76	4,0	11,72	7,48	0,0	1,194	1,249	1,257	1
64	11,7	2,14	15,92	4,0	11,7	7,84	0,0	1,239	1,29	1,304	1
65	11,59	2,07	15,69	4,0	11,59	7,41	0,0	1,171	1,228	1,232	1
66	11,5	2,03	16,32	4,0	11,5	8,88	0,0	1,339	1,384	1,411	1
67	11,78	2,19	16,33	4,0	11,78	8,79	0,0	1,426	1,469	1,501	1
68	11,87	2,24	16,17	4,0	11,87	8,37	0,0	1,393	1,438	1,467	1
69	11,64	2,11	15,9	4,0	11,64	7,84	0,0	1,231	1,282	1,296	1
70	11,99	2,31	15,77	4,0	11,99	7,36	0,0	1,245	1,295	1,311	1
71	11,73	2,15	15,96	4,0	11,73	7,92	0,0	1,251	1,301	1,317	1
72	11,85	2,23	16,21	4,0	11,85	8,46	0,0	1,401	1,445	1,475	1
73	11,8	2,2	16,24	4,0	11,8	8,56	0,0	1,404	1,449	1,479	1
74	11,62	2,09	15,81	4,0	11,62	7,64	0,0	1,2	1,254	1,263	1
75	11,6	2,08	15,98	4,0	11,6	8,03	0,0	1,271	1,323	1,338	1

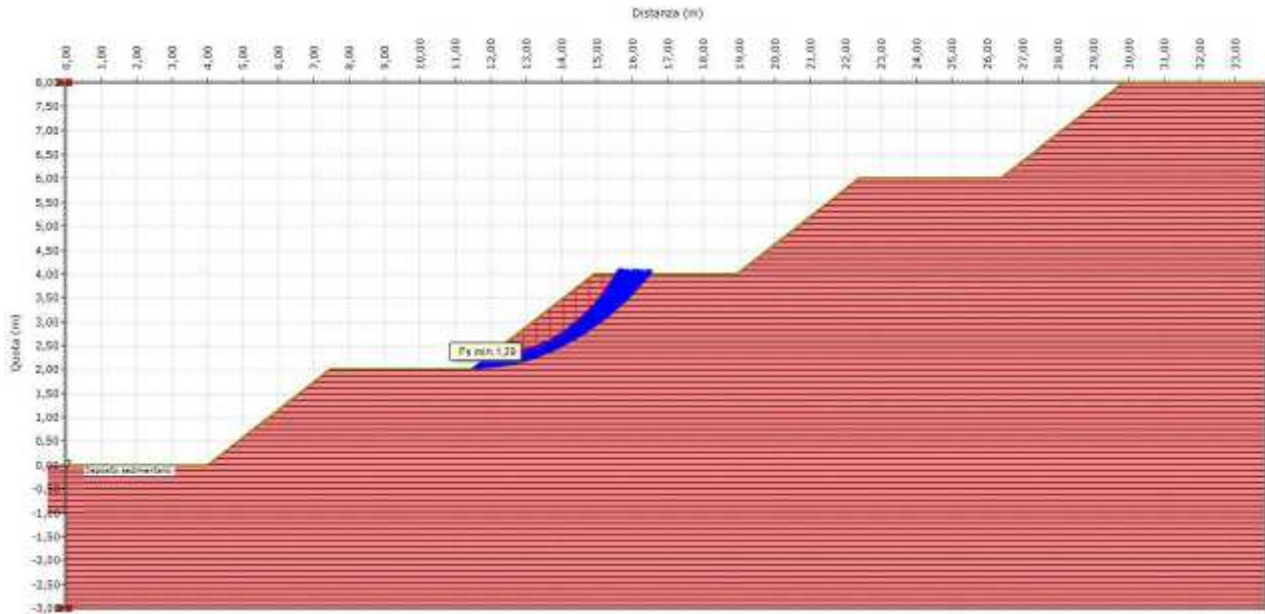


3

76	11,91	2,26	15,84	4,0	11,91	7,57	0,0	1,232	1,278	1,299	1
77	11,62	2,09	16,1	4,0	11,62	8,31	0,0	1,305	1,355	1,374	1
78	11,89	2,25	16,17	4,0	11,89	8,35	0,0	1,395	1,44	1,469	1
79	11,63	2,1	16,43	4,0	11,63	9,1	0,0	1,38	1,423	1,453	1
80	11,99	2,31	15,76	4,0	11,99	7,36	0,0	1,245	1,295	1,31	1
81	11,96	2,29	15,85	4,0	11,96	7,57	0,0	1,241	1,286	1,308	1
82	11,73	2,16	16,23	4,0	11,73	8,57	0,0	1,348	1,396	1,42	1
83	11,75	2,17	15,81	4,0	11,75	7,59	0,0	1,211	1,265	1,275	1
84	11,78	2,18	15,94	4,0	11,78	7,87	0,0	1,251	1,302	1,318	1
85	11,74	2,16	15,65	4,0	11,74	7,25	0,0	1,151	1,208	1,212	1
86	11,77	2,18	15,53	4,0	11,77	6,96	0,0	1,121	1,18	1,18	1
87	12,0	2,31	15,6	4,0	12,0	6,99	0,0	1,142	1,186	1,201	1
88	11,85	2,22	15,92	4,0	11,85	7,78	0,0	1,29	1,339	1,358	1
89	11,72	2,15	16,13	4,0	11,72	8,34	0,0	1,321	1,371	1,391	1
90	11,97	2,29	15,82	4,0	11,97	7,49	0,0	1,236	1,284	1,303	1
91	11,87	2,24	15,74	4,0	11,87	7,36	0,0	1,229	1,28	1,293	1
92	11,7	2,14	16,07	4,0	11,7	8,21	0,0	1,304	1,355	1,373	1
93	11,92	2,26	15,9	4,0	11,92	7,7	0,0	1,29	1,339	1,359	1
94	11,99	2,31	15,78	4,0	11,99	7,38	0,0	1,247	1,297	1,313	1
95	11,56	2,06	15,91	4,0	11,56	7,9	0,0	1,253	1,306	1,318	1
96	11,75	2,17	16,07	4,0	11,75	8,17	0,0	1,307	1,357	1,376	1
97	11,58	2,07	16,08	4,0	11,58	8,28	0,0	1,296	1,346	1,364	1
98	11,91	2,26	15,76	4,0	11,91	7,4	0,0	1,238	1,288	1,303	1
99	11,7	2,14	16,16	4,0	11,7	8,41	0,0	1,327	1,376	1,397	1
100	11,72	2,15	16,02	4,0	11,72	8,07	0,0	1,291	1,342	1,359	1



10.3.2 Sezione di scavo tipo – Combinazione sismica



Riassunto della superficie con Fs minimo

N.	Superfi	Fs	Metodo	Concio	Xbase(	Ybase(	Lunghe	Incl.ba	Volume	Peso(k	Hfalda(	Carichi	Carichi	Phi(°)	Coesio	du(m)
1	36	1,286	Felleni		11,831	2,214										
1				1	12,198	2,229	0,37	2,3	0,036	0,0	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
2				2	12,566	2,272	0,37	6,8	0,104	0,64	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
3				3	12,933	2,346	0,37	11,3	0,16	1,93	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
4				4	13,301	2,451	0,38	16,0	0,205	3,22	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
5				5	13,668	2,591	0,39	20,7	0,239	3,86	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
6				6	14,036	2,767	0,41	25,6	0,259	3,86	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
7				7	14,404	2,986	0,43	30,8	0,264	3,86	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
8				8	14,771	3,255	0,46	36,2	0,253	3,86	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
9				9	15,139	3,586	0,49	42,0	0,197	3,22	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
10				10	15,506	4,0	0,55	48,4	0,076	1,29	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0

1

Riassunto dei coefficienti di sicurezza											
N.											
1	11,81	2,2	16,03	4,0	11,81	8,06	0,0	1,577	1,619	1,651	1
2	11,76	2,17	16,24	4,0	11,76	8,57	0,0	1,665	1,705	1,744	1
3	11,59	2,07	15,84	4,0	11,59	7,72	0,0	1,452	1,502	1,518	1
4	11,76	2,17	16,12	4,0	11,76	8,29	0,0	1,579	1,624	1,652	1
5	11,97	2,29	16,04	4,0	11,97	8,0	0,0	1,597	1,638	1,672	1
6	11,77	2,18	15,71	4,0	11,77	7,34	0,0	1,4	1,453	1,463	1
7	11,61	2,08	15,64	4,0	11,61	7,29	0,0	1,393	1,448	1,455	1
8	11,98	2,3	16,29	4,0	11,98	8,62	0,0	1,714	1,751	1,793	1
9	11,84	2,22	15,53	4,0	11,84	6,94	0,0	1,295	1,34	1,351	1
10	11,89	2,25	15,67	4,0	11,89	7,21	0,0	1,454	1,503	1,519	1
11	11,52	2,03	15,56	4,0	11,52	7,16	0,0	1,39	1,454	1,45	1
12	11,72	2,15	15,54	4,0	11,72	7,01	0,0	1,348	1,406	1,408	1
13	11,92	2,26	15,64	4,0	11,92	7,12	0,0	1,445	1,495	1,509	1
14	11,67	2,12	16,33	4,0	11,67	8,84	0,0	1,622	1,661	1,698	1
15	11,82	2,21	15,93	4,0	11,82	7,82	0,0	1,543	1,589	1,615	1
16	11,95	2,29	15,97	4,0	11,95	7,84	0,0	1,568	1,612	1,641	1
17	11,65	2,11	16,17	4,0	11,65	8,46	0,0	1,581	1,626	1,655	1
18	11,57	2,06	16,16	4,0	11,57	8,48	0,0	1,571	1,617	1,644	1
19	11,58	2,07	15,52	4,0	11,58	7,07	0,0	1,338	1,396	1,397	1
20	11,66	2,11	15,92	4,0	11,66	7,87	0,0	1,48	1,528	1,548	1
21	11,83	2,21	16,08	4,0	11,83	8,16	0,0	1,594	1,635	1,669	1
22	11,81	2,2	15,73	4,0	11,81	7,38	0,0	1,41	1,463	1,475	1
23	11,86	2,23	16,05	4,0	11,86	8,09	0,0	1,591	1,632	1,665	1
24	11,97	2,29	15,59	4,0	11,97	6,99	0,0	1,369	1,408	1,427	1
25	11,96	2,29	16,47	4,0	11,96	9,09	0,0	1,759	1,793	1,842	1
26	11,64	2,11	15,77	4,0	11,64	7,56	0,0	1,431	1,484	1,496	1
27	11,99	2,31	16,39	4,0	11,99	8,88	0,0	1,75	1,786	1,831	1
28	11,93	2,27	15,99	4,0	11,93	7,9	0,0	1,572	1,616	1,646	1
29	11,53	2,04	16,28	4,0	11,53	8,78	0,0	1,593	1,633	1,668	1
30	11,53	2,04	16,42	4,0	11,53	9,14	0,0	1,631	1,669	1,708	1
31	11,54	2,04	16,04	4,0	11,54	8,2	0,0	1,533	1,581	1,603	1
32	12,0	2,31	16,13	4,0	12,0	8,2	0,0	1,63	1,669	1,707	1
33	11,98	2,3	15,98	4,0	11,98	7,87	0,0	1,576	1,62	1,65	1
34	11,85	2,23	15,56	4,0	11,85	7,0	0,0	1,363	1,42	1,425	1
35	11,91	2,26	15,84	4,0	11,91	7,56	0,0	1,476	1,518	1,544	1
36	11,83	2,21	15,51	4,0	11,83	6,89	0,0	1,286	1,332	1,342	1

2

37	11,9	2,25	15,85	4,0	11,9	7,59	0,0	1,477	1,519	1,545	1
38	11,87	2,24	15,53	4,0	11,87	6,92	0,0	1,295	1,34	1,351	1
39	11,79	2,19	16,2	4,0	11,79	8,47	0,0	1,659	1,7	1,737	1
40	11,83	2,22	16,4	4,0	11,83	8,95	0,0	1,734	1,769	1,814	1
41	11,61	2,09	15,61	4,0	11,61	7,23	0,0	1,364	1,42	1,425	1
42	11,73	2,16	15,77	4,0	11,73	7,49	0,0	1,436	1,488	1,501	1
43	11,78	2,19	16,21	4,0	11,78	8,5	0,0	1,662	1,702	1,74	1
44	11,63	2,1	16,47	4,0	11,63	9,21	0,0	1,658	1,694	1,735	1
45	11,89	2,25	15,68	4,0	11,89	7,21	0,0	1,455	1,504	1,52	1
46	11,59	2,07	16,11	4,0	11,59	8,35	0,0	1,559	1,606	1,631	1
47	11,54	2,05	16,35	4,0	11,54	8,95	0,0	1,613	1,653	1,689	1
48	11,77	2,18	15,69	4,0	11,77	7,31	0,0	1,395	1,449	1,459	1
49	11,61	2,09	16,04	4,0	11,61	8,16	0,0	1,54	1,588	1,611	1
50	11,85	2,23	15,8	4,0	11,85	7,5	0,0	1,459	1,501	1,526	1
51	11,85	2,23	15,81	4,0	11,85	7,54	0,0	1,464	1,506	1,531	1
52	11,61	2,09	15,65	4,0	11,61	7,3	0,0	1,394	1,45	1,457	1
53	11,55	2,05	15,69	4,0	11,55	7,42	0,0	1,402	1,457	1,464	1
54	11,85	2,23	16,36	4,0	11,85	8,85	0,0	1,717	1,755	1,797	1
55	11,66	2,11	15,57	4,0	11,66	7,12	0,0	1,355	1,412	1,415	1
56	11,79	2,19	15,67	4,0	11,79	7,25	0,0	1,39	1,444	1,453	1
57	11,63	2,1	16,19	4,0	11,63	8,52	0,0	1,586	1,631	1,66	1
58	11,76	2,17	16,07	4,0	11,76	8,17	0,0	1,564	1,611	1,637	1
59	11,87	2,24	15,68	4,0	11,87	7,25	0,0	1,4	1,454	1,464	1
60	11,66	2,12	16,38	4,0	11,66	8,97	0,0	1,637	1,674	1,713	1
61	11,85	2,22	15,56	4,0	11,85	7,0	0,0	1,364	1,42	1,425	1
62	11,71	2,14	15,54	4,0	11,71	7,02	0,0	1,348	1,406	1,409	1
63	11,58	2,07	15,54	4,0	11,58	7,1	0,0	1,343	1,401	1,403	1
64	11,77	2,18	15,62	4,0	11,77	7,16	0,0	1,375	1,43	1,437	1
65	11,67	2,12	15,8	4,0	11,67	7,61	0,0	1,441	1,493	1,506	1
66	11,76	2,18	15,61	4,0	11,76	7,15	0,0	1,373	1,428	1,434	1
67	11,9	2,25	15,97	4,0	11,9	7,88	0,0	1,564	1,608	1,637	1
68	11,89	2,25	15,77	4,0	11,89	7,42	0,0	1,483	1,531	1,55	1
69	11,5	2,03	15,58	4,0	11,5	7,22	0,0	1,389	1,449	1,449	1
70	11,91	2,26	15,77	4,0	11,91	7,41	0,0	1,484	1,532	1,552	1
71	11,62	2,09	16,46	4,0	11,62	9,19	0,0	1,654	1,691	1,731	1
72	11,74	2,16	16,01	4,0	11,74	8,05	0,0	1,545	1,593	1,616	1
73	11,92	2,26	16,0	4,0	11,92	7,94	0,0	1,58	1,622	1,654	1
74	11,97	2,3	15,52	4,0	11,97	6,84	0,0	1,322	1,363	1,381	1
75	11,84	2,22	15,88	4,0	11,84	7,69	0,0	1,529	1,575	1,6	1

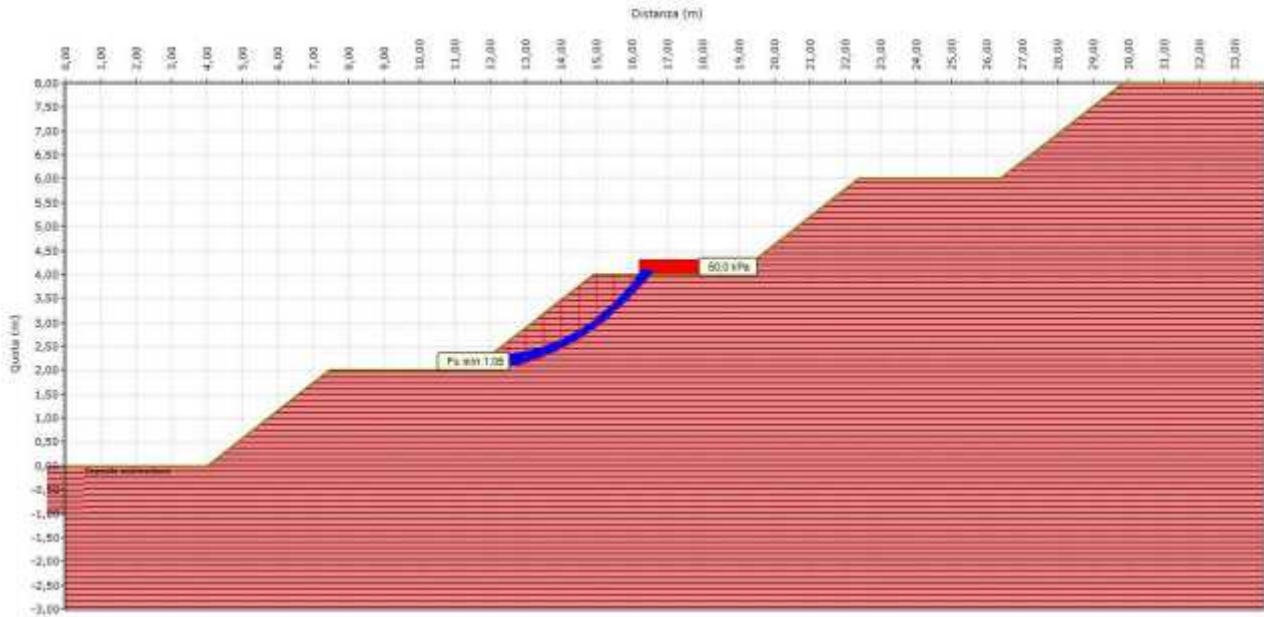


3

76	11,77	2,18	16,08	4,0	11,77	8,18	0,0	1,568	1,614	1,64	1
77	11,64	2,1	16,47	4,0	11,64	9,21	0,0	1,66	1,696	1,738	1
78	11,92	2,27	15,64	4,0	11,92	7,13	0,0	1,447	1,497	1,511	1
79	11,91	2,26	16,49	4,0	11,91	9,16	0,0	1,777	1,81	1,859	1
80	11,69	2,13	16,34	4,0	11,69	8,87	0,0	1,629	1,667	1,706	1
81	11,56	2,06	15,98	4,0	11,56	8,06	0,0	1,52	1,569	1,589	1
82	11,62	2,09	16,19	4,0	11,62	8,53	0,0	1,586	1,631	1,66	1
83	11,57	2,07	16,14	4,0	11,57	8,41	0,0	1,564	1,61	1,636	1
84	11,8	2,2	15,54	4,0	11,8	6,97	0,0	1,354	1,411	1,414	1
85	11,9	2,25	16,42	4,0	11,9	8,97	0,0	1,741	1,778	1,823	1
86	11,82	2,21	15,62	4,0	11,82	7,13	0,0	1,377	1,433	1,439	1
87	12,0	2,31	15,8	4,0	12,0	7,43	0,0	1,502	1,548	1,571	1
88	11,89	2,25	16,31	4,0	11,89	8,71	0,0	1,707	1,745	1,786	1
89	11,94	2,28	15,73	4,0	11,94	7,3	0,0	1,474	1,522	1,541	1
90	11,68	2,13	16,42	4,0	11,68	9,06	0,0	1,65	1,687	1,727	1
91	11,74	2,16	16,07	4,0	11,74	8,18	0,0	1,562	1,609	1,634	1
92	11,74	2,16	16,42	4,0	11,74	9,04	0,0	1,705	1,738	1,784	1
93	11,92	2,27	16,01	4,0	11,92	7,95	0,0	1,582	1,624	1,656	1
94	11,86	2,23	16,24	4,0	11,86	8,53	0,0	1,679	1,718	1,758	1
95	11,61	2,08	16,12	4,0	11,61	8,37	0,0	1,564	1,61	1,636	1
96	11,68	2,13	16,32	4,0	11,68	8,81	0,0	1,62	1,66	1,697	1
97	11,59	2,08	15,81	4,0	11,59	7,67	0,0	1,446	1,496	1,511	1
98	11,72	2,15	16,23	4,0	11,72	8,58	0,0	1,608	1,652	1,684	1
99	11,73	2,15	16,23	4,0	11,73	8,56	0,0	1,607	1,651	1,683	1
100	11,84	2,22	16,41	4,0	11,84	8,99	0,0	1,739	1,773	1,82	1



10.3.3 Sezione di scavo tipo con carico – Combinazione fondamentale



Riassunto della superficie con Fs minimo

N.	Superfi	Fs	Metodo	Concio	Xbase(	Ybase(	Lunghe	Incl.ba	Volume	Peso(k	Hfalda(	Carichi	Carichi	Phi(°)	Coesio	du(m)
1	66	1,047	Janbu		11,505	2,026										
1				1	12,003	2,043	0,5	2,0	0,067	0,87	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
2				2	12,5	2,094	0,5	5,9	0,194	2,61	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
3				3	12,998	2,181	0,51	9,9	0,302	4,36	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
4				4	13,496	2,304	0,51	13,9	0,393	6,1	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
5				5	13,994	2,466	0,52	18,0	0,466	6,97	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
6				6	14,491	2,668	0,54	22,2	0,518	7,84	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
7				7	14,989	2,916	0,56	26,5	0,54	8,71	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
8				8	15,487	3,215	0,58	31,0	0,465	6,97	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
9				9	15,985	3,572	0,61	35,7	0,302	4,36	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
10				10	16,483	4,0	0,66	40,7	0,106	1,74	0,0	10,72	9,21	29,3	0,0	0,0

1

Riassunto dei coefficienti di sicurezza														
N.	Xvalle(m)	Yvalle(m)	Xmonte(m)	Ymonte(m)	Xcentro(m)	Ycentro(m)	Alfa°	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.Fs	Spencer	Sarma	Visibile
1	11,91	2,26	16,5	4,0	11,91	9,18	0,0	1,186	1,088	1,079				1
2	11,89	2,25	16,37	4,0	11,89	8,86	0,0	1,227	1,166	1,157				1
3	11,98	2,3	16,44	4,0	11,98	9,0	0,0	1,198	1,111	1,102				1
4	11,94	2,28	16,48	4,0	11,94	9,12	0,0	1,196	1,102	1,093				1
5	11,64	2,1	16,27	4,0	11,64	8,7	0,0	1,261	1,262	1,267				1
6	11,67	2,12	16,3	4,0	11,67	8,76	0,0	1,243	1,23	1,231				1
7	11,52	2,03	16,23	4,0	11,52	8,65	0,0	1,287	1,315	1,332				1
8	11,72	2,15	16,36	4,0	11,72	8,9	0,0	1,206	1,163	1,159				1
9	11,98	2,3	16,48	4,0	11,98	9,11	0,0	1,183	1,086	1,078				1
10	11,78	2,19	16,48	4,0	11,78	9,18	0,0	1,182	1,091	1,079				1
11	11,73	2,16	16,38	4,0	11,73	8,94	0,0	1,22	1,166	1,159				1
12	11,51	2,03	16,28	4,0	11,51	8,79	0,0	1,24	1,237	1,24				1
13	11,59	2,07	16,23	4,0	11,59	8,63	0,0	1,294	1,321	1,335				1
14	11,69	2,13	16,4	4,0	11,69	9,01	0,0	1,184	1,127	1,119				1
15	11,87	2,23	16,21	4,0	11,87	8,47	0,0	1,38	1,412	1,436				1
16	11,81	2,2	16,26	4,0	11,81	8,61	0,0	1,315	1,315	1,322				1
17	11,63	2,1	16,43	4,0	11,63	9,11	0,0	1,167	1,1	1,09				1
18	11,74	2,16	16,29	4,0	11,74	8,72	0,0	1,237	1,225	1,226				1
19	11,51	2,03	16,26	4,0	11,51	8,73	0,0	1,26	1,271	1,279				1
20	11,95	2,29	16,26	4,0	11,95	8,55	0,0	1,331	1,33	1,338				1
21	11,99	2,31	16,34	4,0	11,99	8,75	0,0	1,256	1,207	1,203				1
22	11,61	2,09	16,22	4,0	11,61	8,6	0,0	1,287	1,317	1,333				1
23	11,59	2,07	16,22	4,0	11,59	8,61	0,0	1,303	1,335	1,352				1
24	11,64	2,1	16,47	4,0	11,64	9,21	0,0	1,153	1,075	1,064				1
25	11,78	2,18	16,47	4,0	11,78	9,14	0,0	1,187	1,1	1,088				1
26	11,86	2,23	16,39	4,0	11,86	8,93	0,0	1,211	1,142	1,132				1
27	11,58	2,07	16,47	4,0	11,58	9,22	0,0	1,15	1,073	1,062				1
28	11,89	2,25	16,24	4,0	11,89	8,53	0,0	1,346	1,358	1,371				1
29	11,67	2,12	16,46	4,0	11,67	9,16	0,0	1,161	1,085	1,076				1
30	11,87	2,24	16,27	4,0	11,87	8,6	0,0	1,315	1,312	1,317				1
31	11,76	2,17	16,49	4,0	11,76	9,22	0,0	1,172	1,08	1,07				1
32	11,85	2,22	16,2	4,0	11,85	8,45	0,0	1,394	1,437	1,465				1
33	11,61	2,09	16,2	4,0	11,61	8,55	0,0	1,311	1,358	1,381				1
34	11,52	2,04	16,25	4,0	11,52	8,72	0,0	1,262	1,273	1,282				1
35	11,84	2,22	16,41	4,0	11,84	8,98	0,0	1,216	1,146	1,136				1
36	11,69	2,13	16,27	4,0	11,69	8,69	0,0	1,248	1,247	1,251				1

2

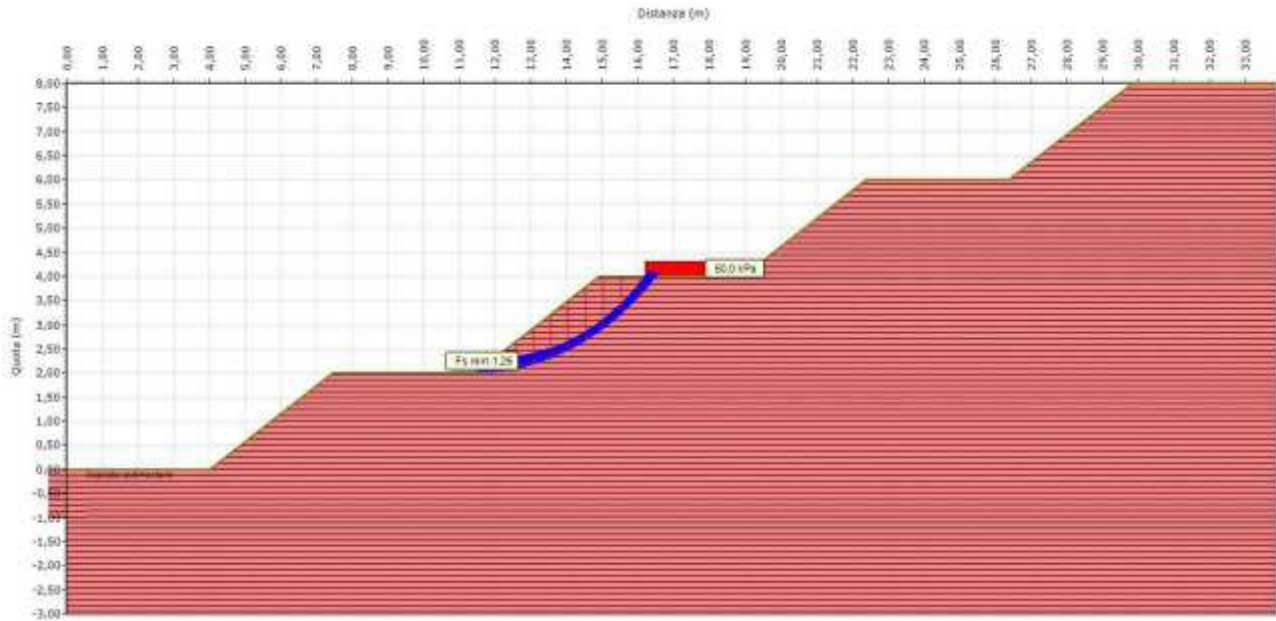
N.	Xvalle(m)	Yvalle(m)	Xmonte(	Ymonte(	Xcentro(	Ycentro(	Alfa°	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.Fs	Spencer	Sarma	Visibile
37	11,62	2,09	16,27	4,0	11,62	8,71	0,0	1,26	1,261	1,266				1
38	11,95	2,28	16,5	4,0	11,95	9,16	0,0	1,191	1,093	1,084				1
39	11,51	2,03	16,36	4,0	11,51	8,99	0,0	1,189	1,148	1,142				1
40	11,6	2,08	16,34	4,0	11,6	8,88	0,0	1,211	1,181	1,178				1
41	11,94	2,28	16,49	4,0	11,94	9,15	0,0	1,191	1,094	1,085				1
42	11,86	2,23	16,23	4,0	11,86	8,51	0,0	1,361	1,383	1,402				1
43	11,54	2,05	16,31	4,0	11,54	8,85	0,0	1,222	1,205	1,204				1
44	11,5	2,02	16,35	4,0	11,5	8,96	0,0	1,195	1,159	1,153				1
45	11,59	2,08	16,21	4,0	11,59	8,57	0,0	1,301	1,343	1,363				1
46	11,77	2,18	16,23	4,0	11,77	8,56	0,0	1,345	1,365	1,38				1
47	11,6	2,08	16,44	4,0	11,6	9,15	0,0	1,16	1,09	1,079				1
48	11,66	2,11	16,21	4,0	11,66	8,54	0,0	1,325	1,37	1,39				1
49	11,75	2,17	16,27	4,0	11,75	8,66	0,0	1,287	1,283	1,288				1
50	11,72	2,15	16,38	4,0	11,72	8,94	0,0	1,197	1,147	1,141				1
51	11,87	2,24	16,32	4,0	11,87	8,73	0,0	1,266	1,232	1,228				1
52	11,57	2,06	16,42	4,0	11,57	9,11	0,0	1,166	1,103	1,093				1
53	11,83	2,22	16,35	4,0	11,83	8,82	0,0	1,24	1,191	1,184				1
54	11,58	2,07	16,23	4,0	11,58	8,64	0,0	1,29	1,315	1,328				1
55	11,78	2,18	16,34	4,0	11,78	8,81	0,0	1,244	1,202	1,195				1
56	11,66	2,11	16,33	4,0	11,66	8,84	0,0	1,219	1,192	1,19				1
57	11,89	2,25	16,41	4,0	11,89	8,96	0,0	1,204	1,128	1,118				1
58	11,77	2,18	16,3	4,0	11,77	8,72	0,0	1,264	1,244	1,246				1
59	11,51	2,03	16,29	4,0	11,51	8,82	0,0	1,23	1,22	1,221				1
60	11,76	2,17	16,29	4,0	11,76	8,7	0,0	1,27	1,255	1,258				1
61	11,5	2,02	16,42	4,0	11,5	9,13	0,0	1,164	1,103	1,093				1
62	11,87	2,24	16,37	4,0	11,87	8,87	0,0	1,226	1,166	1,158				1
63	11,7	2,14	16,27	4,0	11,7	8,68	0,0	1,25	1,25	1,254				1
64	11,73	2,16	16,28	4,0	11,73	8,69	0,0	1,244	1,238	1,242				1
65	11,95	2,28	16,32	4,0	11,95	8,69	0,0	1,275	1,242	1,239				1
66	11,5	2,03	16,48	4,0	11,5	9,29	0,0	1,14	1,059	1,047				1
67	11,99	2,31	16,46	4,0	11,99	9,06	0,0	1,189	1,095	1,085				1
68	11,96	2,29	16,39	4,0	11,96	8,87	0,0	1,225	1,158	1,15				1
69	11,71	2,15	16,26	4,0	11,71	8,66	0,0	1,257	1,26	1,267				1
70	11,84	2,22	16,42	4,0	11,84	9,01	0,0	1,212	1,137	1,128				1
71	11,64	2,1	16,36	4,0	11,64	8,93	0,0	1,199	1,158	1,152				1
72	11,84	2,22	16,41	4,0	11,84	8,96	0,0	1,221	1,153	1,145				1
73	11,74	2,16	16,31	4,0	11,74	8,77	0,0	1,221	1,198	1,197				1
74	11,87	2,24	16,26	4,0	11,87	8,58	0,0	1,324	1,325	1,334				1

3

N.	Xvalle(m)	Yvalle(m)	Xmonte(	Ymonte(	Xcentro(	Ycentro(	Alfa°	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.Fs	Spencer	Sarma	Visibile
75	11,6	2,08	16,3	4,0	11,6	8,79	0,0	1,236	1,224	1,226				1
76	11,7	2,14	16,4	4,0	11,7	9,01	0,0	1,184	1,127	1,119				1
77	11,75	2,17	16,48	4,0	11,75	9,2	0,0	1,175	1,086	1,076				1
78	11,9	2,26	16,32	4,0	11,9	8,72	0,0	1,267	1,232	1,228				1
79	11,65	2,11	16,47	4,0	11,65	9,21	0,0	1,153	1,073	1,063				1
80	11,98	2,3	16,48	4,0	11,98	9,11	0,0	1,184	1,087	1,079				1
81	11,95	2,29	16,37	4,0	11,95	8,83	0,0	1,234	1,173	1,166				1
82	11,89	2,25	16,25	4,0	11,89	8,54	0,0	1,34	1,348	1,359				1
83	11,57	2,06	16,43	4,0	11,57	9,12	0,0	1,164	1,1	1,089				1
84	11,56	2,06	16,22	4,0	11,56	8,63	0,0	1,297	1,327	1,343				1
85	11,94	2,28	16,23	4,0	11,94	8,49	0,0	1,36	1,376	1,392				1
86	11,66	2,12	16,21	4,0	11,66	8,56	0,0	1,315	1,351	1,369				1
87	11,67	2,12	16,42	4,0	11,67	9,06	0,0	1,176	1,114	1,105				1
88	11,55	2,05	16,42	4,0	11,55	9,12	0,0	1,165	1,102	1,092				1
89	11,53	2,04	16,46	4,0	11,53	9,22	0,0	1,15	1,076	1,064				1
90	11,84	2,22	16,46	4,0	11,84	9,11	0,0	1,194	1,106	1,096				1
91	11,71	2,14	16,37	4,0	11,71	8,93	0,0	1,2	1,155	1,149				1
92	11,88	2,24	16,24	4,0	11,88	8,53	0,0	1,346	1,358	1,372				1
93	11,66	2,11	16,3	4,0	11,66	8,78	0,0	1,236	1,22	1,222				1
94	11,51	2,03	16,34	4,0	11,51	8,94	0,0	1,201	1,17	1,164				1
95	11,91	2,26	16,45	4,0	11,91	9,05	0,0	1,206	1,122	1,113				1
96	11,64	2,1	16,33	4,0	11,64	8,84	0,0	1,219	1,194	1,192				1
97	11,59	2,08	16,47	4,0	11,59	9,23	0,0	1,15	1,071	1,06				1
98	11,92	2,27	16,29	4,0	11,92	8,64	0,0	1,295	1,276	1,277				1
99	11,99	2,31	16,47	4,0	11,99	9,07	0,0	1,188	1,092	1,083				1
100	11,77	2,18	16,39	4,0	11,77	8,96	0,0	1,221	1,157	1,148				1



10.3.4 Sezione di scavo tipo con carico – Combinazione sismica



Riassunto della superficie con Fs minimo

N.	Superfi	Fs	Metodo	Concio	Xbase(	Ybase(	Lunghe	Incl.ba	Volume	Peso(k	Hfalda(	Carichi	Carichi	Phi(°)	Coesio	du(m)
1	74	1,252	Janbu		11,604	2,083										
1				1	12,093	2,1	0,49	1,9	0,065	0,86	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
2				2	12,582	2,15	0,49	5,9	0,187	2,57	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
3				3	13,071	2,234	0,5	9,8	0,292	4,28	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
4				4	13,56	2,354	0,5	13,8	0,381	5,99	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
5				5	14,05	2,511	0,51	17,8	0,451	6,85	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
6				6	14,539	2,709	0,53	22,0	0,503	7,7	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
7				7	15,028	2,95	0,55	26,2	0,519	8,56	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
8				8	15,517	3,24	0,57	30,7	0,443	6,85	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
9				9	16,006	3,586	0,6	35,3	0,287	4,28	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
10				10	16,495	4,0	0,64	40,2	0,101	1,71	0,0	11,26	9,53	35,0	0,0	0,0

1

Riassunto dei coefficienti di sicurezza														
N.	Xvalle(m)	Yvalle(m)	Xmonte(m)	Ymonte(m)	Xcentro(m)	Ycentro(m)	Alfa°	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.Fs	Spencer	Sarma	Visibile
1	11,68	2,12	16,26	4,0	11,68	8,68	0,0	1,501	1,492	1,502				1
2	11,52	2,03	16,32	4,0	11,52	8,88	0,0	1,457	1,417	1,417				1
3	11,93	2,27	16,44	4,0	11,93	9,02	0,0	1,438	1,32	1,312				1
4	11,68	2,13	16,23	4,0	11,68	8,59	0,0	1,536	1,551	1,571				1
5	11,6	2,08	16,32	4,0	11,6	8,85	0,0	1,464	1,422	1,423				1
6	11,97	2,3	16,36	4,0	11,97	8,81	0,0	1,49	1,408	1,404				1
7	11,67	2,12	16,39	4,0	11,67	8,99	0,0	1,429	1,352	1,346				1
8	11,82	2,21	16,37	4,0	11,82	8,87	0,0	1,472	1,391	1,383				1
9	11,78	2,18	16,43	4,0	11,78	9,06	0,0	1,447	1,341	1,332				1
10	11,6	2,08	16,22	4,0	11,6	8,61	0,0	1,552	1,574	1,596				1
11	11,97	2,29	16,41	4,0	11,97	8,93	0,0	1,458	1,353	1,346				1
12	11,85	2,23	16,33	4,0	11,85	8,77	0,0	1,505	1,444	1,441				1
13	11,51	2,03	16,41	4,0	11,51	9,11	0,0	1,403	1,319	1,31				1
14	11,96	2,29	16,5	4,0	11,96	9,16	0,0	1,436	1,304	1,296				1
15	11,57	2,06	16,34	4,0	11,57	8,9	0,0	1,45	1,4	1,398				1
16	11,67	2,12	16,34	4,0	11,67	8,86	0,0	1,46	1,41	1,41				1
17	11,78	2,18	16,38	4,0	11,78	8,93	0,0	1,476	1,392	1,385				1
18	11,52	2,03	16,37	4,0	11,52	9,0	0,0	1,427	1,362	1,357				1
19	11,6	2,08	16,4	4,0	11,6	9,04	0,0	1,419	1,34	1,333				1
20	11,72	2,15	16,46	4,0	11,72	9,16	0,0	1,422	1,309	1,3				1
21	11,53	2,04	16,44	4,0	11,53	9,18	0,0	1,393	1,297	1,287				1
22	11,91	2,26	16,24	4,0	11,91	8,53	0,0	1,605	1,604	1,622				1
23	11,57	2,06	16,36	4,0	11,57	8,95	0,0	1,438	1,377	1,374				1
24	11,9	2,26	16,34	4,0	11,9	8,77	0,0	1,501	1,432	1,429				1
25	11,79	2,19	16,49	4,0	11,79	9,21	0,0	1,42	1,293	1,281				1
26	11,72	2,15	16,23	4,0	11,72	8,57	0,0	1,56	1,577	1,597				1
27	11,72	2,15	16,38	4,0	11,72	8,94	0,0	1,44	1,368	1,364				1
28	11,65	2,11	16,3	4,0	11,65	8,78	0,0	1,482	1,45	1,455				1
29	11,67	2,12	16,2	4,0	11,67	8,54	0,0	1,585	1,625	1,652				1
30	11,52	2,03	16,45	4,0	11,52	9,21	0,0	1,387	1,286	1,275				1
31	11,95	2,29	16,25	4,0	11,95	8,52	0,0	1,608	1,604	1,622				1
32	11,63	2,1	16,27	4,0	11,63	8,72	0,0	1,504	1,49	1,497				1
33	11,66	2,12	16,41	4,0	11,66	9,05	0,0	1,417	1,33	1,323				1
34	11,83	2,22	16,3	4,0	11,83	8,69	0,0	1,534	1,493	1,496				1
35	11,53	2,04	16,48	4,0	11,53	9,27	0,0	1,378	1,269	1,257				1
36	11,82	2,21	16,25	4,0	11,82	8,57	0,0	1,592	1,591	1,607				1

2

N.	Xvalle(m)	Yvalle(m)	Xmonte(	Ymonte(	Xcentro(	Ycentro(	Alfa°	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.Fs	Spencer	Sarma	Visibile
37	11,88	2,25	16,4	4,0	11,88	8,94	0,0	1,456	1,356	1,348				1
38	11,72	2,15	16,24	4,0	11,72	8,6	0,0	1,547	1,556	1,571				1
39	11,61	2,09	16,33	4,0	11,61	8,85	0,0	1,462	1,418	1,419				1
40	11,57	2,06	16,25	4,0	11,57	8,69	0,0	1,521	1,524	1,536				1
41	11,83	2,21	16,29	4,0	11,83	8,68	0,0	1,539	1,502	1,506				1
42	11,8	2,2	16,28	4,0	11,8	8,65	0,0	1,553	1,528	1,534				1
43	11,52	2,04	16,48	4,0	11,52	9,28	0,0	1,376	1,265	1,253				1
44	11,72	2,15	16,26	4,0	11,72	8,65	0,0	1,509	1,502	1,514				1
45	11,74	2,16	16,46	4,0	11,74	9,14	0,0	1,424	1,312	1,303				1
46	11,58	2,07	16,26	4,0	11,58	8,71	0,0	1,511	1,506	1,518				1
47	11,5	2,02	16,33	4,0	11,5	8,92	0,0	1,447	1,4	1,399				1
48	11,97	2,29	16,44	4,0	11,97	9,01	0,0	1,442	1,324	1,316				1
49	11,85	2,23	16,45	4,0	11,85	9,07	0,0	1,446	1,334	1,325				1
50	11,81	2,2	16,44	4,0	11,81	9,05	0,0	1,448	1,342	1,332				1
51	11,63	2,1	16,34	4,0	11,63	8,88	0,0	1,455	1,404	1,403				1
52	11,6	2,08	16,26	4,0	11,6	8,7	0,0	1,516	1,512	1,522				1
53	11,72	2,15	16,22	4,0	11,72	8,54	0,0	1,577	1,607	1,632				1
54	11,86	2,23	16,2	4,0	11,86	8,45	0,0	1,663	1,699	1,737				1
55	11,56	2,06	16,49	4,0	11,56	9,28	0,0	1,378	1,265	1,253				1
56	11,78	2,19	16,32	4,0	11,78	8,78	0,0	1,503	1,446	1,443				1
57	11,83	2,21	16,39	4,0	11,83	8,93	0,0	1,475	1,384	1,375				1
58	11,73	2,15	16,43	4,0	11,73	9,08	0,0	1,435	1,334	1,326				1
59	11,76	2,17	16,45	4,0	11,76	9,1	0,0	1,433	1,326	1,319				1
60	11,8	2,2	16,49	4,0	11,8	9,19	0,0	1,425	1,299	1,288				1
61	11,87	2,23	16,3	4,0	11,87	8,7	0,0	1,53	1,485	1,486				1
62	11,72	2,15	16,3	4,0	11,72	8,76	0,0	1,471	1,434	1,437				1
63	11,75	2,17	16,26	4,0	11,75	8,63	0,0	1,55	1,538	1,552				1
64	11,88	2,24	16,36	4,0	11,88	8,83	0,0	1,483	1,404	1,398				1
65	11,54	2,04	16,48	4,0	11,54	9,26	0,0	1,38	1,272	1,26				1
66	11,84	2,22	16,42	4,0	11,84	9,0	0,0	1,459	1,358	1,35				1
67	11,94	2,28	16,25	4,0	11,94	8,53	0,0	1,601	1,594	1,61				1
68	11,96	2,29	16,42	4,0	11,96	8,95	0,0	1,453	1,345	1,338				1
69	11,7	2,14	16,44	4,0	11,7	9,1	0,0	1,409	1,312	1,304				1
70	11,61	2,08	16,37	4,0	11,61	8,96	0,0	1,436	1,37	1,366				1
71	11,53	2,04	16,24	4,0	11,53	8,68	0,0	1,528	1,541	1,559				1
72	11,57	2,06	16,38	4,0	11,57	9,01	0,0	1,425	1,354	1,349				1
73	11,85	2,22	16,21	4,0	11,85	8,46	0,0	1,653	1,685	1,72				1
74	11,6	2,08	16,5	4,0	11,6	9,28	0,0	1,379	1,263	1,252				1

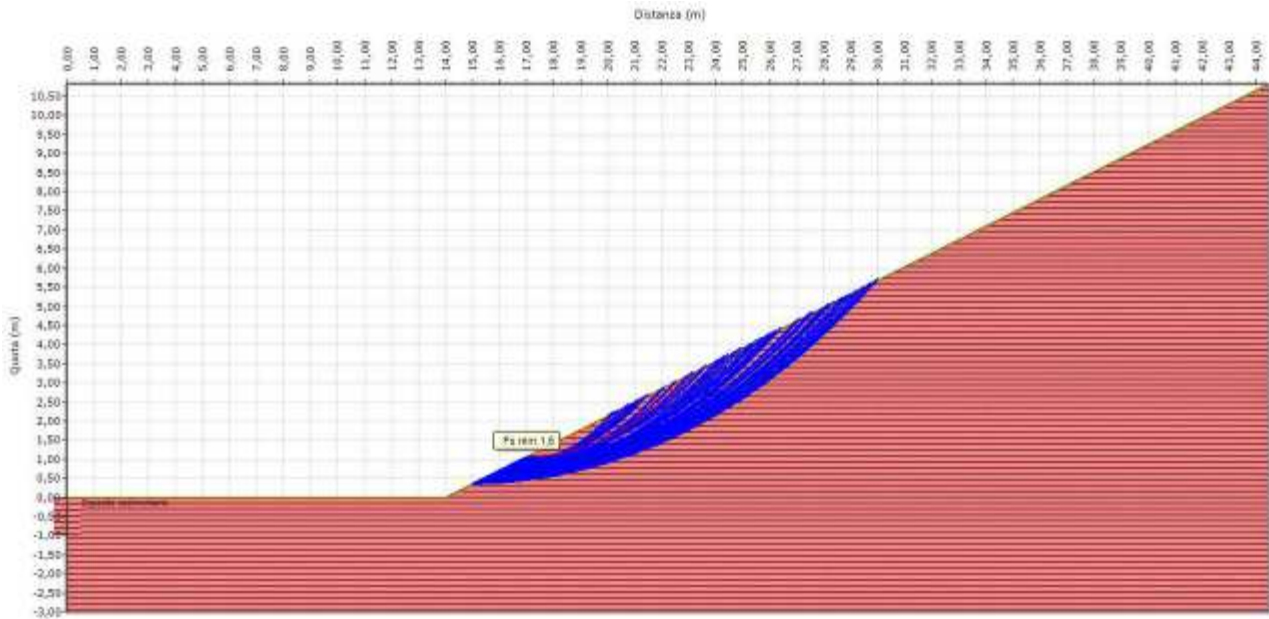


3

N.	Xvalle(m)	Yvalle(m)	Xmonte(	Ymonte(	Xcentro(	Ycentro(	Alfa°	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.Fs	Spencer	Sarma	Visibile
75	11,99	2,31	16,23	4,0	11,99	8,46	0,0	1,636	1,646	1,67				1
76	11,68	2,13	16,4	4,0	11,68	9,0	0,0	1,427	1,347	1,342				1
77	11,94	2,28	16,3	4,0	11,94	8,65	0,0	1,543	1,5	1,504				1
78	11,74	2,16	16,43	4,0	11,74	9,05	0,0	1,441	1,342	1,335				1
79	11,91	2,26	16,47	4,0	11,91	9,11	0,0	1,442	1,321	1,313				1
80	11,61	2,08	16,4	4,0	11,61	9,03	0,0	1,42	1,341	1,335				1
81	11,97	2,29	16,39	4,0	11,97	8,88	0,0	1,47	1,373	1,367				1
82	11,68	2,13	16,34	4,0	11,68	8,86	0,0	1,458	1,405	1,405				1
83	11,72	2,15	16,37	4,0	11,72	8,92	0,0	1,445	1,377	1,374				1
84	11,56	2,06	16,26	4,0	11,56	8,72	0,0	1,507	1,502	1,513				1
85	11,96	2,29	16,38	4,0	11,96	8,85	0,0	1,477	1,387	1,381				1
86	11,84	2,22	16,39	4,0	11,84	8,92	0,0	1,476	1,386	1,378				1
87	11,59	2,07	16,43	4,0	11,59	9,13	0,0	1,402	1,309	1,3				1
88	11,55	2,05	16,23	4,0	11,55	8,65	0,0	1,543	1,562	1,582				1
89	11,94	2,28	16,43	4,0	11,94	8,98	0,0	1,446	1,334	1,326				1
90	11,53	2,04	16,23	4,0	11,53	8,65	0,0	1,544	1,565	1,585				1
91	11,63	2,1	16,23	4,0	11,63	8,61	0,0	1,535	1,553	1,574				1
92	11,66	2,11	16,43	4,0	11,66	9,09	0,0	1,409	1,316	1,308				1
93	11,56	2,06	16,38	4,0	11,56	9,0	0,0	1,426	1,357	1,352				1
94	11,93	2,27	16,46	4,0	11,93	9,07	0,0	1,449	1,332	1,325				1
95	12,0	2,31	16,25	4,0	12,0	8,52	0,0	1,602	1,59	1,605				1
96	11,53	2,04	16,35	4,0	11,53	8,95	0,0	1,438	1,381	1,378				1
97	11,89	2,25	16,33	4,0	11,89	8,76	0,0	1,507	1,444	1,442				1
98	11,72	2,15	16,38	4,0	11,72	8,94	0,0	1,44	1,369	1,365				1
99	11,69	2,13	16,31	4,0	11,69	8,78	0,0	1,481	1,443	1,445				1
100	11,85	2,23	16,25	4,0	11,85	8,58	0,0	1,585	1,576	1,59				1



10.3.5 Riprofilatura scavo – Combinazione fondamentale



Riassunto della superficie con Fs minimo

N.	Superfi	Fs	Metodo	Concio	Xbase(	Ybase(	Lunghe	Incl.ba	Volume	Peso(k	Hfalda(	Carichi	Carichi	Phi(°)	Coesio	du(m)
1	30	1,497	Felleni		16,982	1,058										
1				1	17,577	1,077	0,6	1,8	0,057	0,0	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
2				2	18,173	1,134	0,6	5,4	0,161	1,04	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
3				3	18,768	1,229	0,6	9,1	0,241	3,13	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
4				4	19,363	1,363	0,61	12,8	0,299	4,17	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
5				5	19,959	1,54	0,62	16,5	0,332	4,17	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
6				6	20,554	1,76	0,63	20,3	0,34	4,17	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
7				7	21,15	2,028	0,65	24,2	0,32	4,17	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
8				8	21,745	2,347	0,68	28,2	0,271	4,17	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
9				9	22,341	2,726	0,71	32,4	0,189	3,13	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0
10				10	22,936	3,171	0,74	36,8	0,07	1,04	0,0	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0

1

Riassunto dei coefficienti di sicurezza														
N.	Xvalle(m)	Yvalle(m)	Xmonte(m)	Ymonte(m)	Xcentro(m)	Ycentro(m)	Alfa°	Fellenius	Bishop	Janbu	G.I.E.Fs	Spencer	Sarma	Visibile
1	15,05	0,37	21,06	2,51	15,05	9,9	0,0	1,497	1,532	1,537				1
2	15,66	0,59	20,97	2,47	15,66	9,02	0,0	1,559	1,594	1,6				1
3	15,92	0,68	28,88	5,28	15,92	21,25	0,0	1,626	1,667	1,671				1
4	16,36	0,84	20,09	2,16	16,36	6,75	0,0	1,668	1,703	1,713				1
5	15,14	0,4	25,89	4,22	15,14	17,46	0,0	1,607	1,647	1,65				1
6	16,62	0,93	20,64	2,36	16,62	7,3	0,0	1,668	1,703	1,713				1
7	16,06	0,73	28,6	5,18	16,06	20,62	0,0	1,614	1,656	1,658				1
8	15,57	0,56	24,34	3,67	15,57	14,47	0,0	1,65	1,688	1,695				1
9	15,97	0,7	27,32	4,73	15,97	18,71	0,0	1,62	1,66	1,663				1
10	15,92	0,68	24,03	3,56	15,92	13,55	0,0	1,665	1,706	1,709				1
11	15,9	0,67	27,41	4,76	15,9	18,94	0,0	1,62	1,66	1,663				1
12	16,75	0,98	29,67	5,56	16,75	21,48	0,0	1,626	1,667	1,671				1
13	16,4	0,85	28,31	5,08	16,4	19,76	0,0	1,572	1,611	1,615				1
14	16,63	0,93	20,49	2,3	16,63	7,05	0,0	1,668	1,703	1,713				1
15	15,01	0,36	28,81	5,26	15,01	22,25	0,0	1,665	1,707	1,709				1
16	16,04	0,72	27,09	4,64	16,04	18,25	0,0	1,62	1,66	1,663				1
17	15,96	0,7	28,09	5,0	15,96	19,94	0,0	1,572	1,611	1,615				1
18	15,24	0,44	21,0	2,48	15,24	9,57	0,0	1,559	1,594	1,6				1
19	16,68	0,95	23,42	3,34	16,68	11,65	0,0	1,606	1,645	1,649				1
20	16,48	0,88	20,83	2,42	16,48	7,77	0,0	1,631	1,659	1,675				1
21	16,66	0,95	20,32	2,24	16,66	6,74	0,0	1,668	1,703	1,713				1
22	15,92	0,68	26,11	4,3	15,92	16,84	0,0	1,548	1,588	1,591				1
23	15,88	0,67	27,39	4,75	15,88	18,92	0,0	1,62	1,66	1,663				1
24	15,32	0,47	26,37	4,39	15,32	17,99	0,0	1,62	1,66	1,663				1
25	15,14	0,4	29,59	5,53	15,14	23,33	0,0	1,647	1,688	1,691				1
26	16,09	0,74	25,4	4,05	16,09	15,51	0,0	1,623	1,661	1,667				1
27	16,8	0,99	27,58	4,82	16,8	18,1	0,0	1,607	1,647	1,65				1
28	15,11	0,4	24,35	3,67	15,11	15,05	0,0	1,623	1,661	1,667				1
29	16,47	0,88	21,29	2,59	16,47	8,53	0,0	1,606	1,633	1,651				1
30	16,98	1,06	22,94	3,17	16,98	10,5	0,0	1,497	1,532	1,537				1
31	16,41	0,86	29,93	5,65	16,41	22,3	0,0	1,637	1,677	1,681				1
32	16,74	0,97	21,21	2,56	16,74	8,06	0,0	1,672	1,699	1,717				1
33	15,76	0,62	22,53	3,03	15,76	11,36	0,0	1,606	1,645	1,649				1
34	15,6	0,57	25,81	4,19	15,6	16,77	0,0	1,548	1,588	1,591				1
35	15,38	0,49	29,85	5,63	15,38	23,46	0,0	1,647	1,688	1,691				1
36	16,82	1,0	29,86	5,63	16,82	21,69	0,0	1,626	1,667	1,671				1

2

N.	Xvalle(m)	Yvalle(m)	Xmonte(	Ymonte(	Xcentro(	Ycentro(	Alfa°	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.Fs	Spencer	Sarma	Visibile
37	15,65	0,59	24,28	3,65	15,65	14,28	0,0	1,65	1,688	1,695				1
38	16,72	0,96	25,26	4,0	16,72	14,52	0,0	1,65	1,688	1,695				1
39	15,88	0,67	26,18	4,32	15,88	17,0	0,0	1,614	1,657	1,657				1
40	16,51	0,89	26,14	4,31	16,51	16,17	0,0	1,597	1,635	1,641				1
41	16,86	1,01	27,44	4,77	16,86	17,79	0,0	1,607	1,647	1,65				1
42	16,27	0,8	22,39	2,98	16,27	10,52	0,0	1,497	1,532	1,537				1
43	16,57	0,91	22,45	3,0	16,57	10,24	0,0	1,559	1,594	1,6				1
44	15,35	0,48	29,33	5,44	15,35	22,66	0,0	1,665	1,707	1,709				1
45	15,05	0,37	27,85	4,92	15,05	20,68	0,0	1,606	1,647	1,651				1
46	15,94	0,69	23,06	3,22	15,94	11,98	0,0	1,628	1,669	1,673				1
47	15,2	0,42	22,04	2,85	15,2	11,29	0,0	1,606	1,645	1,649				1
48	15,99	0,71	27,54	4,81	15,99	19,03	0,0	1,62	1,66	1,663				1
49	15,97	0,7	28,11	5,01	15,97	19,95	0,0	1,572	1,611	1,615				1
50	15,18	0,42	28,96	5,31	15,18	22,28	0,0	1,665	1,707	1,709				1
51	16,25	0,8	25,97	4,25	16,25	16,21	0,0	1,597	1,635	1,641				1
52	16,58	0,92	21,23	2,57	16,58	8,29	0,0	1,672	1,699	1,717				1
53	15,3	0,46	26,11	4,3	15,3	17,62	0,0	1,607	1,647	1,65				1
54	15,46	0,52	24,4	3,69	15,46	14,71	0,0	1,623	1,661	1,667				1
55	15,08	0,38	24,8	3,83	15,08	15,79	0,0	1,597	1,635	1,641				1
56	15,57	0,56	20,62	2,35	15,57	8,56	0,0	1,606	1,633	1,651				1
57	16,0	0,71	23,2	3,27	16,0	12,13	0,0	1,628	1,669	1,673				1
58	15,99	0,7	20,81	2,42	15,99	8,36	0,0	1,606	1,633	1,651				1
59	16,78	0,99	28,61	5,18	16,78	19,75	0,0	1,6	1,639	1,644				1
60	16,73	0,97	25,33	4,02	16,73	14,62	0,0	1,65	1,688	1,695				1
61	16,76	0,98	26,89	4,57	16,76	17,04	0,0	1,597	1,635	1,641				1
62	16,8	1,0	23,56	3,39	16,8	11,71	0,0	1,606	1,645	1,649				1
63	16,43	0,86	21,36	2,61	16,43	8,68	0,0	1,606	1,633	1,651				1
64	16,17	0,77	27,0	4,61	16,17	17,94	0,0	1,607	1,647	1,65				1
65	15,21	0,43	25,94	4,24	15,21	17,44	0,0	1,607	1,647	1,65				1
66	15,38	0,49	28,04	4,98	15,38	20,58	0,0	1,606	1,647	1,651				1
67	15,89	0,67	28,57	5,17	15,89	20,78	0,0	1,606	1,647	1,651				1
68	16,13	0,76	28,11	5,01	16,13	19,75	0,0	1,572	1,611	1,615				1
69	16,56	0,91	27,94	4,95	16,56	18,95	0,0	1,62	1,66	1,663				1
70	15,58	0,56	24,66	3,78	15,58	14,97	0,0	1,623	1,661	1,667				1
71	16,76	0,98	29,75	5,59	16,76	21,59	0,0	1,626	1,667	1,671				1
72	16,37	0,84	22,94	3,17	16,37	11,27	0,0	1,581	1,621	1,625				1
73	16,34	0,83	21,94	2,82	16,34	9,71	0,0	1,559	1,594	1,6				1
74	16,29	0,81	24,6	3,76	16,29	13,99	0,0	1,666	1,705	1,71				1

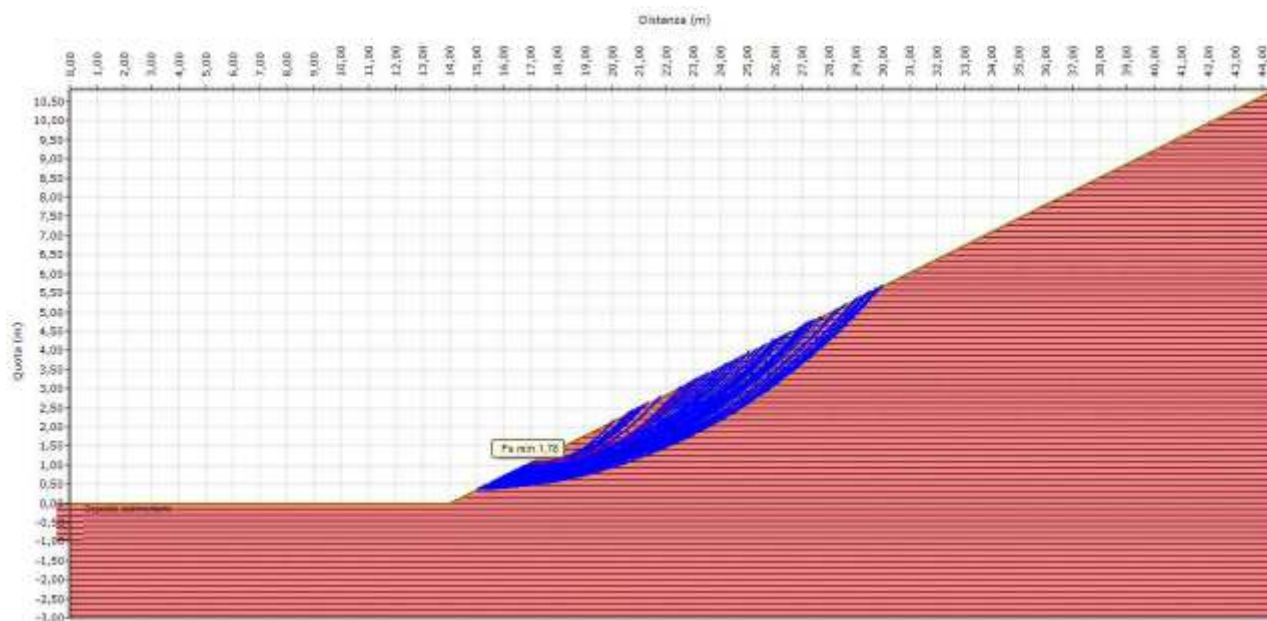


3

N.	Xvalle(m)	Yvalle(m)	Xmonte(	Ymonte(	Xcentro(	Ycentro(	Alfa°	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.Fs	Spencer	Sarma	Visibile
75	15,7	0,6	29,49	5,5	15,7	22,49	0,0	1,665	1,707	1,709				1
76	16,75	0,97	28,78	5,24	16,75	20,06	0,0	1,572	1,611	1,615				1
77	16,79	0,99	21,41	2,63	16,79	8,31	0,0	1,672	1,699	1,717				1
78	15,43	0,51	21,05	2,5	15,43	9,41	0,0	1,559	1,594	1,6				1
79	16,76	0,98	23,6	3,41	16,76	11,82	0,0	1,606	1,645	1,649				1
80	15,16	0,41	28,22	5,05	15,16	21,13	0,0	1,626	1,667	1,671				1
81	16,82	1,0	25,16	3,96	16,82	14,24	0,0	1,666	1,705	1,71				1
82	15,68	0,59	22,86	3,15	15,68	12,0	0,0	1,628	1,669	1,673				1
83	15,87	0,66	29,12	5,37	15,87	21,69	0,0	1,637	1,677	1,681				1
84	15,15	0,41	25,95	4,24	15,15	17,54	0,0	1,607	1,647	1,65				1
85	15,77	0,63	26,3	4,37	15,77	17,33	0,0	1,607	1,647	1,65				1
86	16,65	0,94	20,17	2,19	16,65	6,53	0,0	1,668	1,703	1,713				1
87	15,08	0,38	29,86	5,63	15,08	23,83	0,0	1,64	1,68	1,685				1
88	16,34	0,83	25,56	4,1	16,34	15,46	0,0	1,623	1,661	1,667				1
89	16,16	0,77	22,01	2,84	16,16	10,05	0,0	1,559	1,594	1,6				1
90	16,89	1,03	23,95	3,53	16,89	12,22	0,0	1,628	1,669	1,673				1
91	16,87	1,02	21,01	2,49	16,87	7,59	0,0	1,668	1,703	1,713				1
92	15,26	0,45	24,93	3,88	15,26	15,78	0,0	1,597	1,635	1,641				1
93	16,52	0,89	29,16	5,38	16,52	20,95	0,0	1,606	1,647	1,651				1
94	15,37	0,49	24,19	3,62	15,37	14,47	0,0	1,65	1,688	1,695				1
95	15,05	0,37	29,6	5,54	15,05	23,45	0,0	1,648	1,688	1,692				1
96	16,49	0,88	20,75	2,39	16,49	7,64	0,0	1,631	1,659	1,675				1
97	16,46	0,87	23,55	3,39	16,46	12,12	0,0	1,628	1,669	1,673				1
98	16,77	0,98	23,55	3,39	16,77	11,73	0,0	1,606	1,645	1,649				1
99	15,38	0,49	29,39	5,46	15,38	22,72	0,0	1,647	1,688	1,691				1
100	16,69	0,95	25,61	4,12	16,69	15,1	0,0	1,623	1,661	1,667				1



10.3.6 Riprofilatura scavo – Combinazione sismica



Riassunto della superficie con Fs minimo

N.	Superfi	Fs	Metodo	Concio	Xbase(	Ybase(	Lunghe	Incl.ba	Volume	Peso(k	Hfalda(	Carichi	Carichi	Phi(°)	Coesio	du(m)
1	26	1,777	Felleni		16,895	1,027										
1				1	17,51	1,047	0,62	1,8	0,061	0,0	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
2				2	18,126	1,105	0,62	5,4	0,172	1,08	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
3				3	18,741	1,204	0,62	9,1	0,258	3,23	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
4				4	19,357	1,343	0,63	12,8	0,319	4,31	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
5				5	19,972	1,525	0,64	16,5	0,355	4,31	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
6				6	20,588	1,753	0,66	20,3	0,363	4,31	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
7				7	21,203	2,029	0,67	24,2	0,342	4,31	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
8				8	21,818	2,36	0,7	28,2	0,29	4,31	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
9				9	22,434	2,751	0,73	32,4	0,202	3,23	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0
10				10	23,049	3,212	0,77	36,8	0,075	1,08	0,0	0,0	0,0	35,0	0,0	0,0

1

Riassunto dei coefficienti di sicurezza														
N.	Xvalle(m)	Yvalle(m)	Xmonte(m)	Ymonte(m)	Xcentro(m)	Ycentro(m)	Alfa°	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.Fs	Spencer	Sarma	Visibile
1	15,8	0,64	21,08	2,51	15,8	9,0	0,0	1,847	1,876	1,886				1
2	16,64	0,94	22,98	3,19	16,64	11,0	0,0	1,872	1,906	1,914				1
3	15,35	0,48	29,87	5,63	15,35	23,51	0,0	1,946	1,981	1,989				1
4	16,23	0,79	26,18	4,32	16,23	16,57	0,0	1,89	1,921	1,932				1
5	15,32	0,47	26,34	4,38	15,32	17,95	0,0	1,901	1,935	1,942				1
6	16,11	0,75	22,61	3,06	16,11	11,06	0,0	1,872	1,906	1,914				1
7	15,53	0,54	28,95	5,3	15,53	21,82	0,0	1,935	1,969	1,977				1
8	15,78	0,63	27,44	4,77	15,78	19,13	0,0	1,916	1,949	1,957				1
9	15,8	0,64	27,33	4,73	15,8	18,93	0,0	1,916	1,949	1,957				1
10	16,21	0,78	24,5	3,73	16,21	13,94	0,0	1,967	2,001	2,009				1
11	16,81	1,0	23,06	3,21	16,81	10,91	0,0	1,889	1,926	1,931				1
12	16,71	0,96	29,38	5,46	16,71	21,06	0,0	1,9	1,935	1,943				1
13	15,32	0,47	20,64	2,36	15,32	8,9	0,0	1,847	1,876	1,886				1
14	16,68	0,95	25,63	4,13	16,68	15,15	0,0	1,918	1,95	1,961				1
15	15,48	0,53	20,94	2,46	15,48	9,18	0,0	1,847	1,876	1,886				1
16	15,6	0,57	21,65	2,72	15,6	10,17	0,0	1,777	1,806	1,815				1
17	16,14	0,76	20,01	2,13	16,14	6,9	0,0	1,969	1,998	2,012				1
18	16,58	0,92	20,57	2,33	16,58	7,24	0,0	1,969	1,998	2,012				1
19	16,83	1,01	24,78	3,83	16,83	13,61	0,0	1,966	2,002	2,008				1
20	15,12	0,4	25,51	4,09	15,12	16,88	0,0	1,911	1,947	1,953				1
21	16,12	0,75	26,6	4,47	16,12	17,36	0,0	1,911	1,947	1,953				1
22	16,98	1,06	20,64	2,35	16,98	6,86	0,0	1,969	1,998	2,012				1
23	15,33	0,47	22,47	3,01	15,33	11,79	0,0	1,925	1,96	1,968				1
24	16,36	0,84	27,86	4,92	16,36	19,08	0,0	1,916	1,949	1,957				1
25	15,33	0,47	24,72	3,81	15,33	15,38	0,0	1,89	1,921	1,932				1
26	16,9	1,03	23,05	3,21	16,9	10,79	0,0	1,777	1,806	1,815				1
27	16,41	0,86	21,23	2,57	16,41	8,5	0,0	1,9	1,919	1,942				1
28	16,42	0,86	27,15	4,67	16,42	17,89	0,0	1,901	1,935	1,942				1
29	15,86	0,66	23,22	3,27	15,86	12,33	0,0	1,925	1,96	1,968				1
30	15,26	0,45	29,48	5,49	15,26	23,0	0,0	1,945	1,981	1,988				1
31	15,65	0,59	24,2	3,62	15,65	14,15	0,0	1,949	1,982	1,992				1
32	16,36	0,84	27,04	4,63	16,36	17,77	0,0	1,901	1,935	1,942				1
33	16,17	0,77	24,98	3,9	16,17	14,74	0,0	1,949	1,982	1,992				1
34	16,04	0,72	26,11	4,3	16,04	16,71	0,0	1,89	1,921	1,932				1
35	15,33	0,47	23,67	3,43	15,33	13,7	0,0	1,967	2,001	2,009				1
36	16,97	1,05	25,89	4,22	16,97	15,21	0,0	1,918	1,95	1,96				1

2

N.	Xvalle(m)	Yvalle(m)	Xmonte(	Ymonte(	Xcentro(	Ycentro(	Alfa°	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.Fs	Spencer	Sarma	Visibile
37	15,05	0,37	20,0	2,13	15,05	8,23	0,0	1,9	1,919	1,942				1
38	16,49	0,88	29,79	5,6	16,49	21,98	0,0	1,935	1,969	1,977				1
39	15,22	0,43	27,61	4,83	15,22	20,1	0,0	1,907	1,944	1,949				1
40	16,34	0,83	23,09	3,23	16,34	11,54	0,0	1,899	1,932	1,941				1
41	15,25	0,44	29,4	5,47	15,25	22,89	0,0	1,945	1,981	1,988				1
42	16,7	0,96	27,11	4,65	16,7	17,48	0,0	1,911	1,947	1,953				1
43	16,54	0,9	28,22	5,05	16,54	19,44	0,0	1,894	1,926	1,935				1
44	15,92	0,68	25,29	4,01	15,92	15,54	0,0	1,89	1,921	1,932				1
45	15,17	0,42	20,71	2,38	15,17	9,2	0,0	1,847	1,876	1,886				1
46	15,2	0,42	26,2	4,33	15,2	17,89	0,0	1,901	1,935	1,942				1
47	16,96	1,05	23,95	3,53	16,96	12,13	0,0	1,965	2,002	2,008				1
48	16,0	0,71	28,52	5,15	16,0	20,57	0,0	1,909	1,945	1,951				1
49	15,53	0,54	27,04	4,63	15,53	18,8	0,0	1,916	1,949	1,957				1
50	16,03	0,72	23,08	3,22	16,03	11,9	0,0	1,925	1,96	1,968				1
51	16,66	0,95	28,94	5,3	16,66	20,42	0,0	1,861	1,895	1,902				1
52	16,1	0,75	24,35	3,67	16,1	13,83	0,0	1,966	2,002	2,008				1
53	16,31	0,82	25,25	3,99	16,31	15,0	0,0	1,918	1,95	1,961				1
54	16,93	1,04	27,14	4,66	16,93	17,24	0,0	1,835	1,869	1,876				1
55	16,08	0,74	26,25	4,35	16,08	16,87	0,0	1,835	1,869	1,876				1
56	16,37	0,84	20,83	2,43	16,37	7,92	0,0	1,974	1,993	2,016				1
57	16,11	0,75	20,86	2,43	16,11	8,28	0,0	1,9	1,919	1,942				1
58	16,95	1,05	22,87	3,15	16,95	10,45	0,0	1,847	1,876	1,886				1
59	16,69	0,95	23,84	3,49	16,69	12,3	0,0	1,925	1,96	1,968				1
60	16,59	0,92	21,72	2,74	16,59	9,06	0,0	1,778	1,805	1,817				1
61	15,99	0,71	29,72	5,58	15,99	22,49	0,0	1,965	2,002	2,008				1
62	16,36	0,84	27,26	4,71	16,36	18,14	0,0	1,901	1,935	1,942				1
63	16,22	0,79	24,55	3,74	16,22	14,0	0,0	1,967	2,001	2,009				1
64	15,6	0,57	29,47	5,49	15,6	22,57	0,0	1,965	2,002	2,008				1
65	15,09	0,39	29,3	5,43	15,09	22,93	0,0	1,945	1,981	1,988				1
66	16,0	0,71	24,92	3,88	16,0	14,86	0,0	1,918	1,95	1,961				1
67	16,69	0,95	24,21	3,62	16,69	12,88	0,0	1,925	1,96	1,968				1
68	16,94	1,04	20,49	2,3	16,94	6,68	0,0	1,969	1,998	2,012				1
69	15,07	0,38	24,53	3,74	15,07	15,38	0,0	1,89	1,921	1,932				1
70	16,0	0,71	25,54	4,1	16,0	15,84	0,0	1,89	1,921	1,932				1
71	15,79	0,63	24,13	3,6	15,79	13,88	0,0	1,967	2,001	2,009				1
72	16,5	0,89	23,41	3,34	16,5	11,85	0,0	1,965	2,002	2,008				1
73	15,55	0,55	26,0	4,26	15,55	17,12	0,0	1,911	1,947	1,953				1
74	15,96	0,69	20,6	2,34	15,96	8,06	0,0	1,974	1,993	2,016				1



3

N.	Xvalle(m)	Yvalle(m)	Xmonte(	Ymonte(	Xcentro(	Ycentro(	Alfa°	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.Fs	Spencer	Sarma	Visibile
75	16,74	0,97	26,92	4,59	16,74	17,12	0,0	1,835	1,869	1,876				1
76	16,95	1,05	23,55	3,39	16,95	11,51	0,0	1,872	1,906	1,914				1
77	16,81	1,0	20,66	2,36	16,81	7,11	0,0	1,969	1,998	2,012				1
78	15,58	0,56	28,95	5,3	15,58	21,77	0,0	1,935	1,969	1,977				1
79	16,46	0,87	27,03	4,62	16,46	17,63	0,0	1,901	1,935	1,942				1
80	15,68	0,6	29,43	5,47	15,68	22,4	0,0	1,965	2,002	2,008				1
81	16,67	0,95	27,6	4,83	16,67	18,29	0,0	1,901	1,935	1,942				1
82	16,91	1,03	23,24	3,28	16,91	11,07	0,0	1,872	1,906	1,914				1
83	15,95	0,69	29,95	5,66	15,95	22,9	0,0	1,965	2,002	2,008				1
84	16,14	0,76	29,66	5,56	16,14	22,2	0,0	1,935	1,969	1,977				1
85	15,04	0,37	24,11	3,59	15,04	14,76	0,0	1,918	1,95	1,961				1
86	15,97	0,7	21,77	2,76	15,97	9,89	0,0	1,847	1,876	1,886				1
87	15,75	0,62	26,5	4,44	15,75	17,67	0,0	1,901	1,935	1,942				1
88	16,27	0,81	20,88	2,44	16,27	8,12	0,0	1,974	1,993	2,016				1
89	15,95	0,69	29,74	5,59	15,95	22,57	0,0	1,965	2,002	2,008				1
90	16,11	0,75	22,75	3,1	16,11	11,27	0,0	1,899	1,932	1,941				1
91	15,56	0,55	20,97	2,47	15,56	9,14	0,0	1,847	1,876	1,886				1
92	16,81	1,0	20,11	2,17	16,81	6,24	0,0	1,783	1,799	1,821				1
93	15,48	0,52	28,36	5,1	15,48	20,97	0,0	1,923	1,958	1,965				1
94	15,83	0,65	20,54	2,32	15,83	8,12	0,0	1,9	1,919	1,942				1
95	15,66	0,59	24,75	3,82	15,66	15,01	0,0	1,918	1,95	1,961				1
96	16,34	0,83	27,25	4,7	16,34	18,13	0,0	1,901	1,935	1,942				1
97	16,59	0,92	21,1	2,52	16,59	8,07	0,0	1,974	1,993	2,016				1
98	16,36	0,84	25,88	4,22	16,36	15,94	0,0	1,89	1,921	1,932				1
99	16,28	0,81	29,11	5,36	16,28	21,16	0,0	1,9	1,935	1,943				1
100	16,72	0,97	26,02	4,26	16,72	15,71	0,0	1,918	1,95	1,961				1



10.4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL MATERIALE DI SCARTO

La revisione del progetto in fase di formulazione di risposta alle integrazioni richieste prevede di riprofilare i fronti di scavo tagliando asportando i gradoni per ottenere un profilo residuo a inclinazione di 19-20°.

In questo modo non dovranno più essere effettuate le riprofilature in materiale di riporto garantendo così globalmente una stabilità maggiore.

La riprofilatura a 20° dei fronti residui permetterà, inoltre, di rendere più facile il recupero ambientale rispetto alla morfologia ad alzate e gradoni.

Con questa previsione progettuale non risulta più necessario caratterizzare geotecnicamente il materiale di scarto della coltivazione, in quanto verrà steso nei settori da recuperare in piano o in falsopiano.

11. ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

Le aree su cui è previsto l'intervento in progetto sono destinate a coltivazione mineraria da alcuni decenni, il P.R.G.C. del Comune di Lozzolo è stato oggetto di una Variante urbanistica approvata con Deliberazione del C.C n. 34/2007.

Per l'analisi della pericolosità geologica si farà riferimento a quanto riportato sulla carta di sintesi presente nello studio geologico allegato al PRGC di Lozzolo ⁽⁷⁾ e di cui si allega in seguito un estratto.

Le aree di intervento ricadono in classe IIB.

⁽⁷⁾ Dott. Geol. Zantonelli, "Studi geologico tecnici inerenti verifiche di compatibilità idrogeologica ed idraulica PRGC ai sensi della Circolare n° 7/LAP/1996 – Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica – Elaborato A.T.G.02b", 15/11/2006.

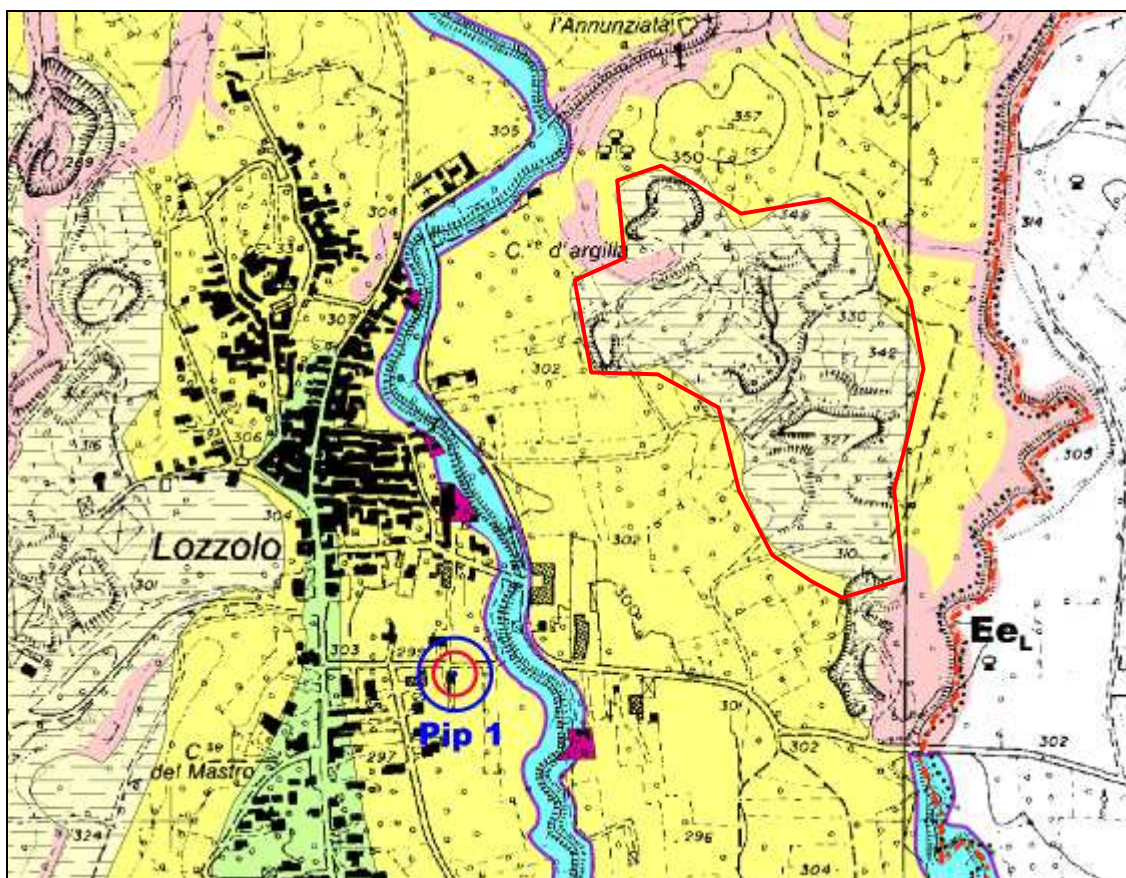


Figura 23: estratto della “Carta di sintesi” allegata al PRGC di Lozzolo e relativa legenda (pagina seguente), con la linea rossa si evidenzia l’area interessata dalle attività minerarie in oggetto.

LEGENDA**CLASSE D'IDONEITA' I**

porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche. La realizzazione di interventi sia pubblici che privati è unicamente subordinata alla realizzazione di indagine geologica e geotecnica condotta secondo quanto prescritto dal D.M. 11/03/1988.

**CLASSE D'IDONEITA' II****CLASSE II – A**

porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica (debole acclività, presenza di terreni aventi scadenti requisiti geotecnici, falda subaffiorante) possono essere agevolmente superate attraverso il rispetto di accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme d'attuazione ispirate al D.M. 11/03/1988 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intero significativo circostante. Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe, né condizionare la propensione all'edificabilità. Sarà opportuno effettuare in sede esecutiva opportuna indagine geologica e geotecnica condotta secondo quanto prescritto dal D.M. 11/03/1988.

**CLASSE II – B**

Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica interessate in passato da estesi interventi di escavazione, nelle quali sussistono le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica (debole acclività, presenza di terreni di riporto di potenza considerevole, aventi scadenti requisiti geotecnici, falda subaffiorante) possono essere agevolmente superate attraverso il rispetto di accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme d'attuazione ispirate al D.M. 11/03/1988 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intero significativo circostante. Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe, né condizionare la propensione all'edificabilità. Sarà opportuno effettuare in sede esecutiva opportuna indagine geologica e geotecnica condotta secondo quanto prescritto dal D.M. 11/03/1988.

**CLASSE D'IDONEITA' III****CLASSE III – A-1**

Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (aree alluvionabili prevalentemente da acque di alta energia e secondariamente da apporti di bassa energia). Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili varrà quanto previsto all'art. 31 della L.R. 56/77.

**CLASSE III – A-2**

Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (aree site su pendii acclivi o molto acclivi, potenzialmente dissestabili, aree poste presso impluvi o incisioni minori e più in generale aree che possono risentire di dissesti di varia natura che insistono su aree contigue). Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili varrà quanto previsto all'art. 31 della L.R. 56/77.

**CLASSE III – B - 4**

Porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio (aree alluvionabili prevalentemente da acque di alta energia) da imporre in ogni caso interventi di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente. In assenza di tali interventi saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico, quali a titolo di esempio, interventi di manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria, di risanamento conservativo, ecc.. Anche a seguito della realizzazione di opere di sistemazione, indispensabili per la difesa dell'esistente, non sarà possibile alcun incremento del carico antropico.

**Pip 1**

zona di rispetto captazione idropotabile comunale (Isocrone Tr = 60 gg e 180 gg) ridefinite a seguito di studi idrogeologici ed approvati da Regione Piemonte

limite aree soggette a pericolosità torrentizia areale di intensità molto elevata (Eea)



confine comunale



Per tutti i corsi d'acqua pubblici e demaniali identificati nella presente tavola vale fascia di rispetto assoluta pari a 10 m dalle sponde come da R.D. n° 523/1904. E' inoltre fatto divieto assoluto di intubamento di tutti i corsi d'acqua, senza possibilità di deroga, così come previsto dall' art. 41 del D. Lgs. 152/99 e dall' art. 21 delle Norme di attuazione del P.A.I.

12. CONCLUSIONI

In questa relazione sono stati descritti i principali caratteri geologici, idrogeologici, sismici e geotecnici del sito oggetto di coltivazione mineraria ubicato nel Comune di Lozzolo, per la concessione mineraria denominata "Coccole-Rolleja".

Per la realizzazione dello studio si è fatto riferimento a documentazione bibliografica oltre che ai dati provenienti da indagini geologiche di superficie condotte nell'area mineraria e ai dati riportati negli studi condotti per le precedenti fasi autorizzative.

Dal punto di vista geotecnico, si è proceduto alla caratterizzazione e modellazione geotecnica del terreno e alla verifica di stabilità delle scarpate di scavo in progetto ritenute più critiche.

Dalle analisi effettuate si può affermare che:

- 1- I terreni in sito presentano (alle quote di fondoscavo indagate) una permabilità da bassa a molto bassa;
- 2- Il sito minerario ricade a oltre 550 m dalle aree di salvaguardia del pozzo idropotabile del Comune di Lozzolo;
- 3- La qualità delle acque del pozzo idropotabile non appaiono aver avuto peggioramenti, secondo le analisi trasmesse dal gestore del servizio idrico, nel triennio 2017-2019;
- 4- Il pozzo pesca in un acquifero profondo la cui dinamica non è necessariamente collegata alle aree minerarie;
- 5- Le verifiche di stabilità condotte in base al modello sismico e al modello geotecnico di progetto nelle varie aree hanno permesso di verificare che i fronti di scavo e i fronti residui siano stabili ($F_s > 1,0$);
- 6- L'analisi della documentazione sulla refrattarietà e le nuove analisi condotte hanno permesso di verificare come i materiali in sito possano essere ascritti alla Categoria 1 (materiali con grado di refrattarietà $> 1630^\circ$);
- 7- Il progetto e dell'intero sistema di canalette e canali finali ha permesso di ipotizzare una completa regimazione delle acque superficiali in base ai bacini idrografici identificati e agli apporti meteorici previsti dai modelli PAI.

In definitiva, sulla base dei dati disponibili e di quanto discusso nella presente relazione, si evince la sostanziale idoneità dell'area, relativamente agli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici, così come di quelli sismici e geotecnici, all'intervento proposto, nei limiti delle condizioni e delle raccomandazioni esposte nella presente relazione.