

S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

VARIANTE TECNICA N°4

ai sensi dell'art. 176, comma 5, secondo periodo lettera "a" e lettera "b", del D.Lgs. N. 163/2006 e Art. 11 del CSA-NG

CONTRAENTE GENERALE



DIRETTORE DEI LAVORI

Ing. CARLO DAMIANI

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

Relazione Geotecnica

Empedocle 2 s.c.p.a.

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

6757-17

Codice Elaborato:

PA12\_09 - V 0 0 0 G E 2 0 1 U P 0 5 Z R M 0 1 9 B

Scala:

F						
E						
D						
C						
B	Aprile 2021	AGGIORNAMENTO CARTIGLIO	G. QUARANTA	S. QUARANTA	A. ANTONELLI	A. FINAMORE
A	Dicembre 2018	EMISSIONE	G. QUARANTA	A. ANTONELLI	A. ANTONELLI	P. PAGLINI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO

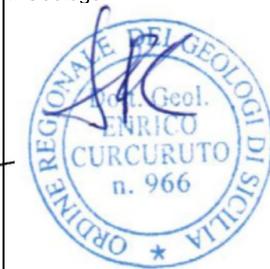
Il Progettista:



Il Consulente Progettista:



Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza:



Il Direttore dei Lavori:



Responsabile del procedimento: Ing. LUIGI MUPO



## Sommario

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ</b> .....	<b>1</b>
1.1	PREMESSE .....	1
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO URBANISTICO E VINCOLISTICO</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ELEMENTI DI CRITICITÀ</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>INTERVENTI IN PROGETTO</b> .....	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI - STRATIGRAFIE TERRENI</b> .....	<b>19</b>
6.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI .....	19
6.2	PARATIA - PA01 (PC SX SEZ. 56-67) E PA01-BIS (PC SX SEZ. 62-65) .....	23
6.3	MURO DI CONTRORIPA SU PALI H=2,20M - MU01 (PC DX SEZ. 57-67) .....	25
6.4	MURO DI CONTRORIPA H=1,50M - MU02 (PC DX SEZ. 67-71).....	26
6.5	MURI - MU03 (SEZ .RAMPA).....	27
6.6	PARATIA DI PALI - PA02 (PC SX SEZ. 209-236) .....	29
6.7	PARATIA DI PALI - PA03 (PC SX SEZ. 254-272) .....	30
6.8	PARATIA DI PALI - PA04 (PC SX SEZ. 289-294) .....	31
6.9	GABBIONI (PC DX SEZ. 319-323) - GABBIONI (PC DX SEZ. 334-341) - GABBIONI (PC SX SEZ. 334-341).....	32
6.10	MURI SU PALI - MPO1 E MPO2 (SEZ .236-246) .....	34
<b>7</b>	<b>VERIFICHE EFFETTUATE</b> .....	<b>36</b>
7.1	VERIFICHE MURI DI SOSTEGNO .....	36
7.2	VERIFICHE PARATIE .....	36
7.3	VERIFICHE GABBIONATE.....	37
7.4	VERIFICA STABILITA' .....	37
<b>8</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b> .....	<b>38</b>
8.1	DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI.....	38
8.2	CALCESTRUZZI .....	39
8.2.1	<i>Magrone di Fondazione</i> .....	40
8.2.2	<i>Strutture in elevazione e in fondazione</i> .....	40
8.3	ACCIAIO .....	41
8.3.1	<i>Acciaio d'armatura</i> .....	41
<b>9</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b> .....	<b>43</b>
9.1	CARICO ACCIDENTALE (Q1) .....	43
<b>10</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO</b> .....	<b>45</b>
<b>11</b>	<b>PARAMETRI DI VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA</b> .....	<b>47</b>
<b>12</b>	<b>ALLEGATI – STRATIGRAFIE</b> .....	<b>48</b>



*LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA*

La SS 122 bis originava nel centro storico di Caltanissetta e precisamente in piazza Garibaldi, in corrispondenza dell'incrocio con corso Vittorio Emanuele, il quale costituisce il tratto urbano della strada statale 122 Agrigentina. La gestione della SS 122 bis dall'incrocio con il Corso Vittorio Emanuele sino allo svincolo di Caltanissetta XIRBI sulla SS 640 "Strada degli scrittori" è stata trasferita in capo all'Amministrazione Comunale, pertanto oggi il tracciato originario assume una diversa toponomastica sviluppandosi secondo il percorso di corso Umberto e di un tratto di via Redentore, quindi prosegue per via Messina sino alla via Borremans, oggetto della presente relazione.

La via Borremans si diparte dalla periferia nord occidentale della Città di Caltanissetta percorrendo il versante nord-occidentale del monte San Giuliano per circa 4 Km.

Il percorso è caratterizzato da pendenze più o meno accentuate. Dopo un primo tratto in salita, ricadente all'interno del perimetro abitato della città, inizia un tratto in discesa con una forte pendenza che attraversa le contrade San Giuliano, La Spia e Abbazia Santuzza, fino allo svincolo con la strada statale 640 Strada degli Scrittori.

La sezione stradale caratterizzata da una carreggiata di circa 7 metri e si sviluppa per la stragrande maggioranza del tracciato a mezza costa.

## 2 INQUADRAMENTO URBANISTICO E VINCOLISTICO

La via Borremans, nel tratto interno all'area urbana (dalla sezione 1 alla sezione 50 circa) si trova a cavallo tra la zona B3 (Ambiti di edilizia residenziale esistente di iniziativa Pubblica) e la zona F2 (Parco Urbano e Territoriale).

Continuando lungo il tracciato (dalla sezione 50 alla sezione 100 circa) l'arteria stradale ad ovest costeggia un'area classificata dal P.R.G. come zona D1 (Aree produttive esistenti caratterizzate da una promiscuità di funzioni, da completare), mentre sul lato opposto troviamo la zona C1 (aree localizzate nelle immediate adiacenze della città consolidata, caratterizzate dalla presenza di edilizia rada distribuita in un territorio che ha quasi del tutto perduto le sue originarie connotazioni agricole).

Dalla sezione 100 sino alla sezione 341 il tracciato in parte è interessato dalla zona E del P.R.G. che rappresenta la parte del territorio comunale destinata ad attività agricole, zootecniche, residenziali, agrituristiche, con sottozone di tipo E5 (Parti del territorio agricolo che, per le loro caratteristiche paesaggistiche ed ambientali o per la presenza di singolarità orografiche di rilievo che contraddistinguono e contribuiscono a qualificare il paesaggio agrario).

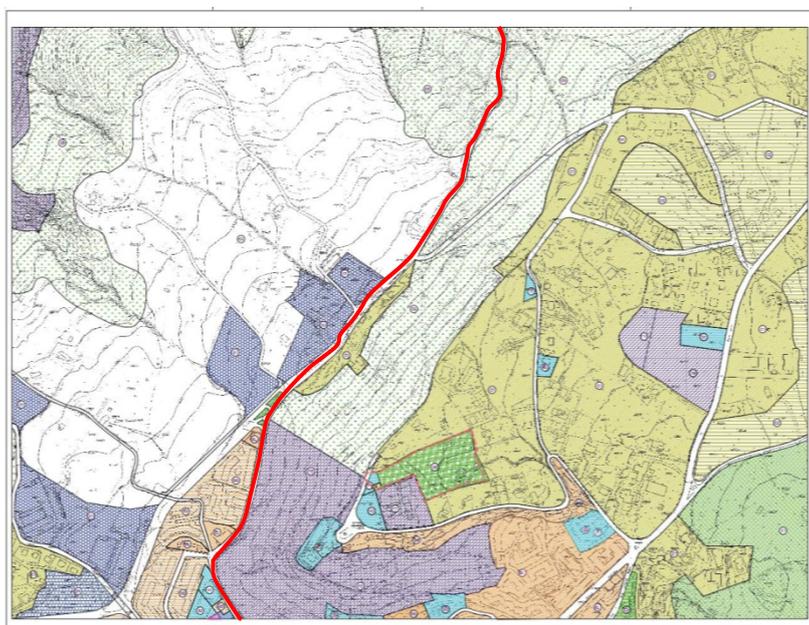


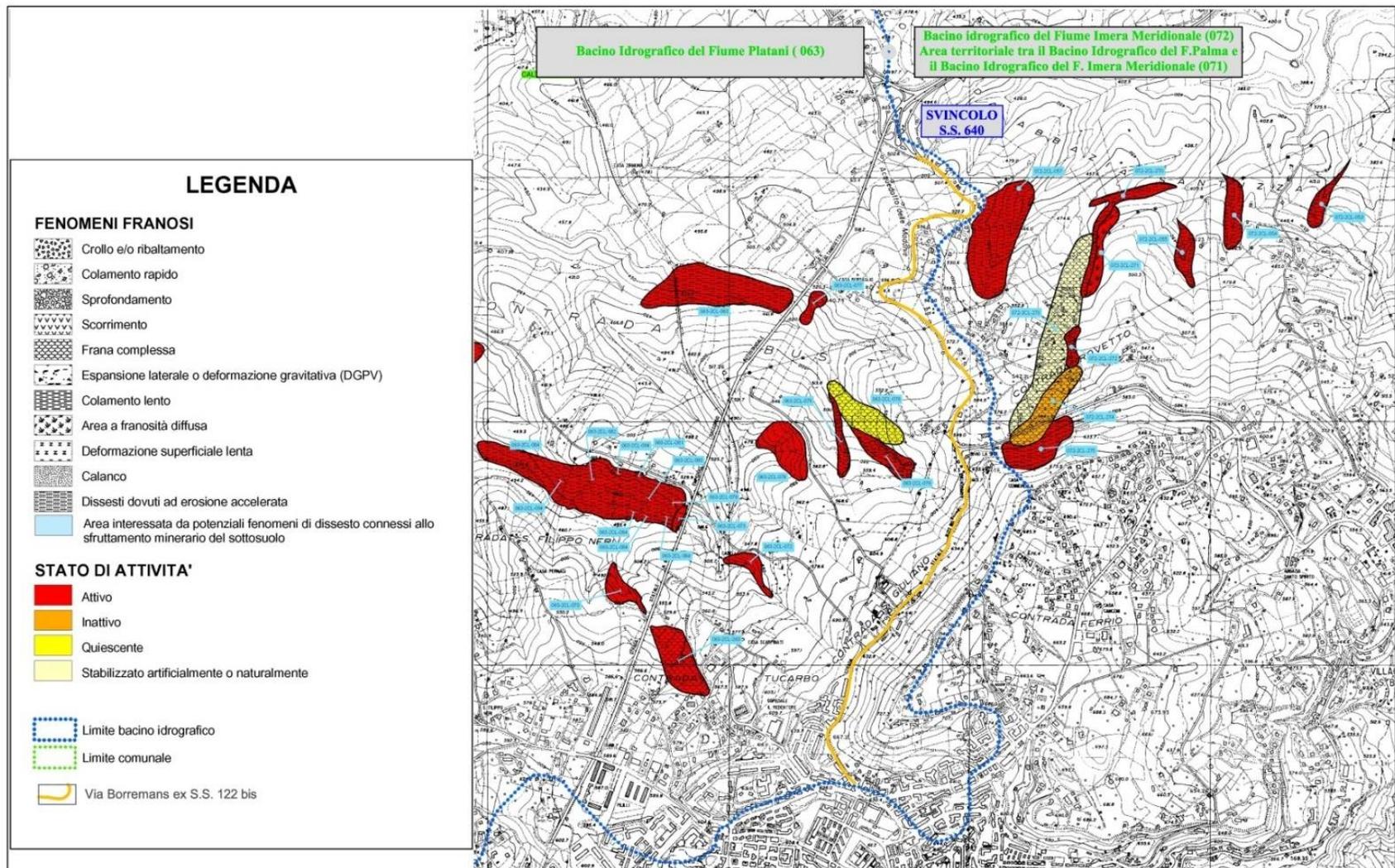
Figura 2 -Stralcio Tavola P.R.G. Comune di Caltanissetta

Dallo studio della cartografia regionale si evince che la via Borremans attraversa un'area sottoposta a vincolo idrogeologico, normato dal Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923 e con il Regio Decreto n. 1126 del 16 maggio 1926. Il decreto del 1923 prevede il rilascio di nulla osta e/o autorizzazioni per la realizzazione di opere edilizie, o comunque di movimenti di terra, che possono essere legati anche a utilizzazioni boschive e miglioramenti fondiari, richieste da privati o da enti pubblici.



La via G. Borremans si posiziona all'interno del bacino idrografico del fiume Platani (superficie totale di 1.777,36 Km<sup>2</sup>) in prossimità del confine con il bacino idrografico del fiume Imera meridionale (superficie totale di 2.002,5 Km<sup>2</sup>). Il tracciato stradale oggetto della presente relazione è interessato da fenomeni di dissesto sia idrogeologico che gravitativi ad oggi non ancora cartografati dal Piano di Assetto Idrogeologico Regionale

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA



### 3 ELEMENTI DI CRITICITÀ

Lo studio dei dissesti superficiali e profondi che interessano la sede viaria è indispensabile per compiere scelte progettuali idonee.

I dissesti riscontrati possono riassumersi in:

- Dissesti gravitativi e idrogeologici che interessano la sezione stradale, il cui trattamento risulta necessario per garantire l'esercizio della strada e classificabili, a seconda dei casi come:
  - Cedimenti;
  - Avvallamenti;
  - Fessure longitudinali.
- *Dissesti che incidono sulla regolarità della marcia* e classificabili, a seconda dei casi come:
  - Rifluimento del legante;
  - Sgranamento;
  - Usura superficiale;
  - Distacco dello strato di usura;
  - Ormaie;
  - Buche;
  - Avvallamenti e dissesti in presenza di chiusini e di sottoservizi;
  - Fessure trasversali;
  - Fessure a pelle di coccodrillo.

Le cause che hanno generato le problematiche sopra elencate sono ascrivibili sia a problematiche di natura geotecnica, tipiche delle formazioni geologiche attraversate, sia al mancato funzionamento dei presidi idraulici utili allo smaltimento delle acque di piattaforma e di quelle di versante (tombini, cunette e fossi) che ove presenti, allo stato risultano generalmente colme di sedimenti, tanto da inibirne completamente il funzionamento.

Come si evince dalle foto riportate nel seguito, i dissesti che interessano la sede stradale della via G. Borremans, secondo l'impostazione metodologica definita dal Catalogo dei Dissesti delle Pavimentazioni Stradali pubblicato dalla Direzione Generale Infrastrutture e Mobilità della Regione Lombardia, sono classificabili con un grado di severità medio alto.



*Figura 4 - Dissesto gravitativo in corrispondenza dell'innesto con la Via Mangialasagne*



*Figura 5- Fessurazioni del manto stradale*



*Figura 6 - Deformazioni del piano viario*



*Figura 7 - Pozzetto d'imbocco tombino stradale sulla Via Borremans*



*Figura 8 - Vista tratto stradale con scarpate da risagomare*



*Figura 9 - Canale interrato*



*Figura 10 - Pozzetto di sbocco Tombino invaso dalla vegetazione*



*Figura 11- Cedimenti della sezione stradale*

4 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

**[1] Legge nr. 1086 del 05/11/1971.**

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

**[2] Legge nr. 64 del 02/02/1974.**

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

**[3] D.M. LL.PP. del 11/03/1988.**

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

**[4] D.M. LL.PP. del 14/02/1992.**

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

**[5] D.M. 9 Gennaio 1996**

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

**[6] D.M. 16 Gennaio 1996**

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'.

**[7] D.M. 16 Gennaio 1996**

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

**[8] Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.**

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.

**[9] Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.**

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.

**[10] D.M. 14 Gennaio 2008**

Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

**[11] Circolare N.617 del 02/02/2009**

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

**[12] D.M. 17 Gennaio 2018**

Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».Norme Tecniche per le Costruzioni 2018.

**[13] Circolare N.7 del 21/01/2019**

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al D.M 17 gennaio 2018.

## 5 INTERVENTI IN PROGETTO

In relazione alle problematiche esposte nel capitolo precedente, si prevedono le seguenti tipologie d'intervento:

1. Posa di Tappetino di usura previa scarifica del manto preesistente ed eventuale risagomatura con binder (tratti interessati da difettosità degli strati superficiali);
2. Risagomatura profonda della sezione stradale con asportazione e rifacimento del cassonetto stradale (tratti stradali interessati da avvallamenti e cedimenti di grado severo);
3. Realizzazione di opere d'arte (Muri, Paratie, e Gabbionate in pietrame) per la stabilizzazione dei versanti interessati da problemi geotecnici ed idrogeologici;
4. Manutenzione straordinaria, e in alcuni casi demolizione e ricostruzione dei presidi idraulici esistenti (tombini, canali e fossi);
5. Risagomatura delle scarpate interessate da problematiche di tipo idrogeologico e realizzazione di fossi di guardia e canali al piede dei rilevati;
6. Realizzazione di trincee drenanti;
7. Posa di guardrail, posa della segnaletica verticale e rifacimento della segnaletica orizzontale.

La presenza dei dissesti sopra evidenziati (ormaie diffuse, distacco dello strato di usura, buche e avvallamenti), con un grado di severità medio alto, incidono sulla regolarità della marcia, mentre l'assenza di barriere stradali pregiudicano notevolmente la sicurezza del transito.

L'ostruzione totale dei tombini posti lungo il tracciato, impedisce lo smaltimento delle acque meteoriche, le quali, fluendo in maniera incontrollata sulla strada sono causa di apporto di detriti ed erosione delle scarpate, pregiudicando altresì la tenuta del cassonetto stradale, infatti, l'acqua oltre a danneggiare gli strati di asfalto (effetto pumping), raggiunge anche gli strati di fondazione, determinato il peggioramento delle caratteristiche di portanza e quindi l'innescò di cedimenti e avvallamenti delle sede viaria.

Per quando riguarda la pavimentazione dei tratti interessati da difettosità superficiali, come meglio rappresentato negli elaborati grafici, si necessita della scarifica del tappetino di usura, procedendo ove necessario alla risagomatura con binder e alla posa del tappetino, nei tratti con maggiore criticità è previsto la dismissione della pavimentazione esistente, la risagomatura della fondazione con materiale da cava e quindi la posa dei nuovi strati di conglomerato bituminoso secondo le sezioni di progetto.

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

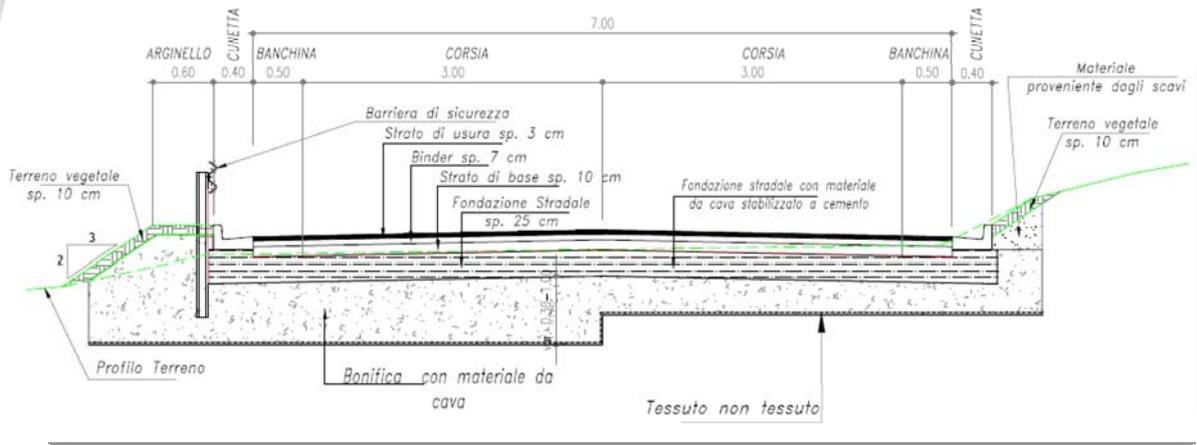


Figura 12 Particolare risagomatura fondazione stradale

Per la presenza di abbassamenti della sezione stradale dovute a cedimenti e movimenti gravitativi che possono causare la completa rottura della sezione stradale, in seguito alla redazione dello studio geologico/geotecnico di dettaglio corroborato dall'esecuzione di sondaggi prove in sito ed in laboratorio, il progetto prevede la realizzazione di opere d'arte funzionali a stabilizzare tali fenomeni gravitativi.

Procedendo da Caltanissetta verso la S.S. 640 nel tratto compreso tra la sezione 56 e la sezione 69 circa, in sinistra è prevista la realizzazione di due paratie, in quanto lo studio geologico ha evidenziato la presenza di una spessa coltre di argille alterate che si estende in profondità sino a circa 6 mt dal piano campagna, tale criticità è confermata dalla presenza di alberatura d'alto fusto caratterizzata da un'accentuata, diffusa e generalmente uniforme inclinazione dei tronchi.

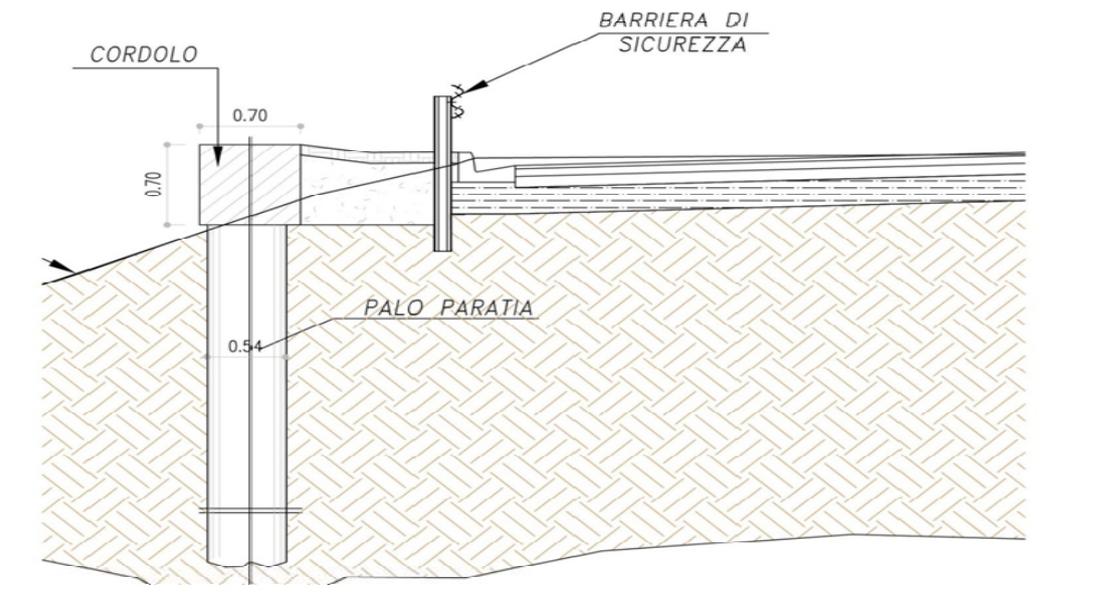


Figura 13 Sezione trasversale Paratia di Pali tratto sez.56-65

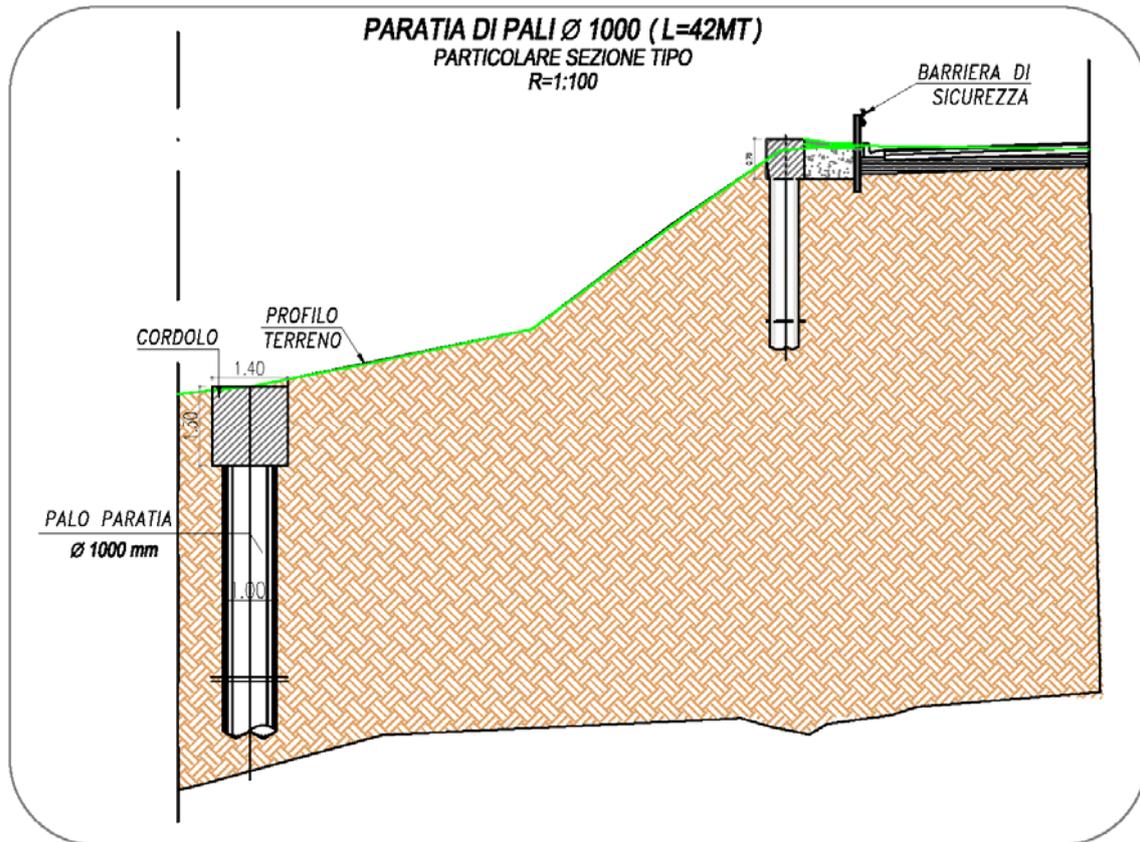


Figura 14 Sezione trasversale Paratia di Pali tratto sez.56-65

Dal lato opposto della via Borremans si prevede la realizzazione di un muro di controripa su pali, onde contenere la scarpata di monte.

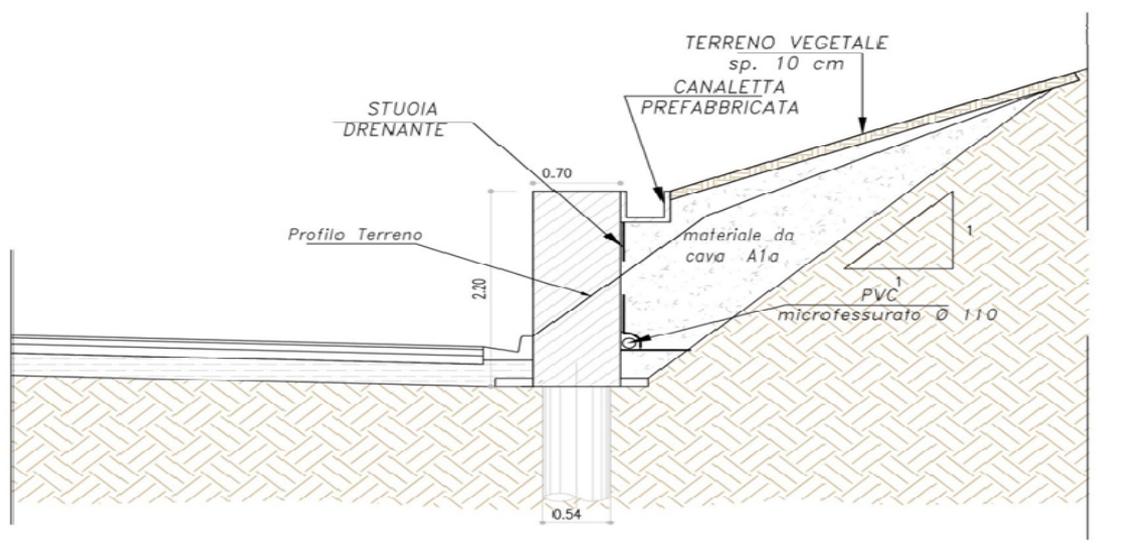


Figura 15- Muro di controripa tratto stradale da sez.57 a sez.66

Dalla sezione (67 alla sezione 72) si prevede la realizzazione di un muro di controripa con fondazione di tipo diretta.

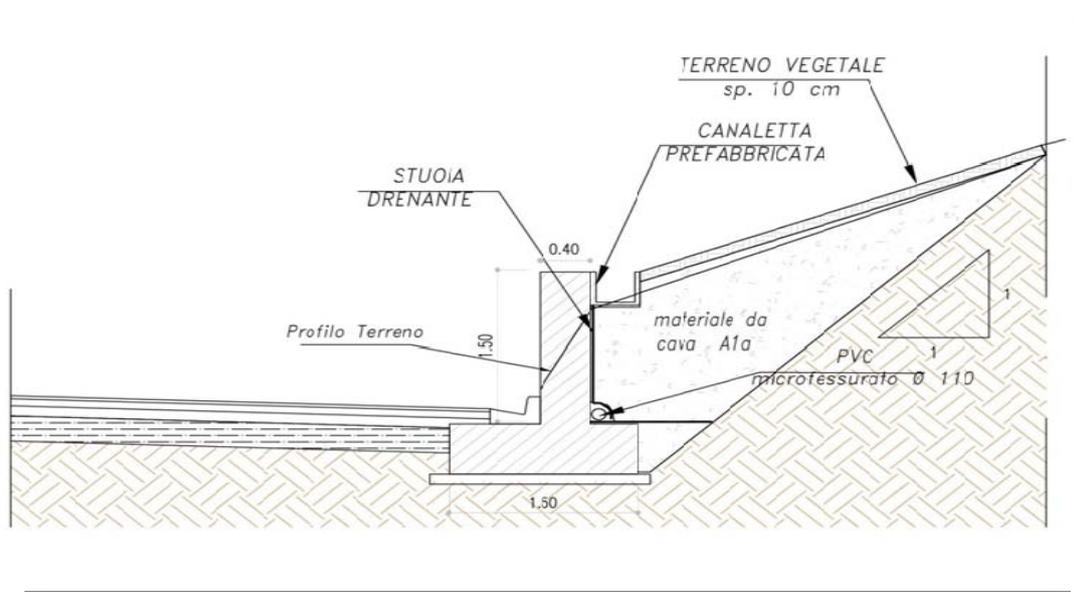


Figura 16- Muro di Controripa tratto sez.67-72

Dalla sezione 122 alla sezione 155 circa, le scarpate di destra sono caratterizzate dalla presenza di un muro in pietra sormontato da scarpate instabili ed eccessivamente ripide con evidente pericolo di scivolamento verso la sede stradale, tale fenomeno presumibilmente agevolato dalle operazioni culturali che si effettuano nei fondi prospicienti è dovuto alla mancanza di fossi di guardia. In tale tratto si prevede pertanto la risagomatura delle ripe in modo da ricondurle ad un rapporto altezza larghezza di 2/3, si prevede quindi la realizzazione di fossi di guardia e la posa lungo tali scarpate di una geostuoia antierosione da ricoprire con terreno vegetale.

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

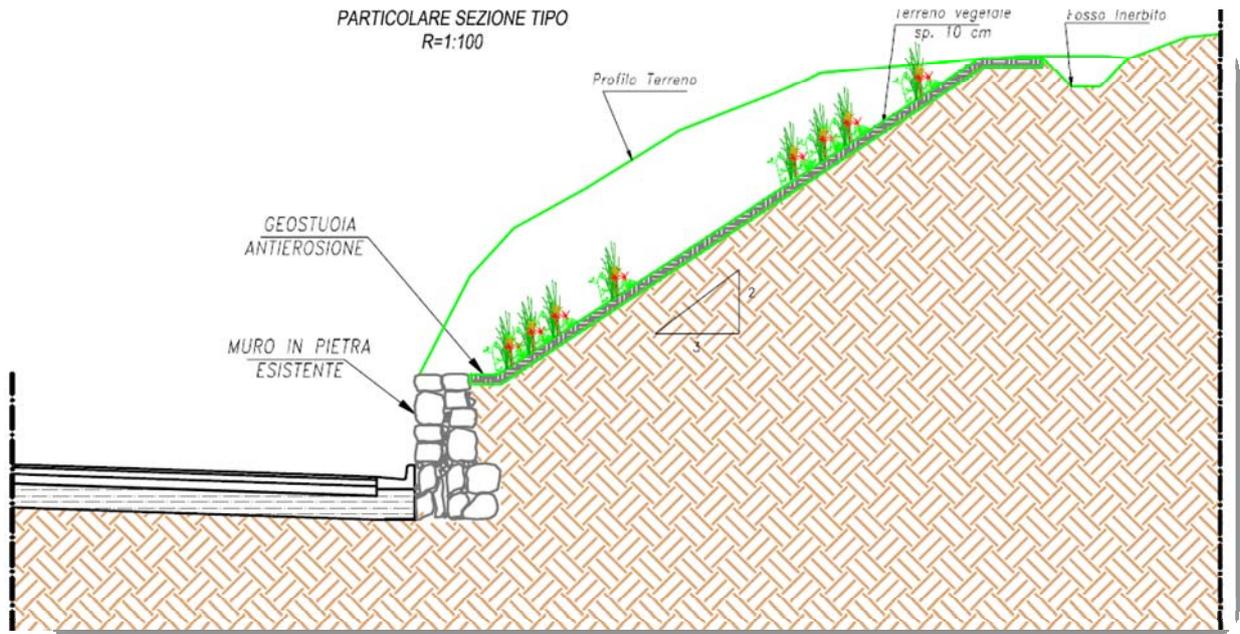


Figura 17- Particolare risagomatura scarpate

Dalla sezione 208 alla sezione 236, si prevede la realizzazione di una paratia di pali sormontata da una trave di coronamento.

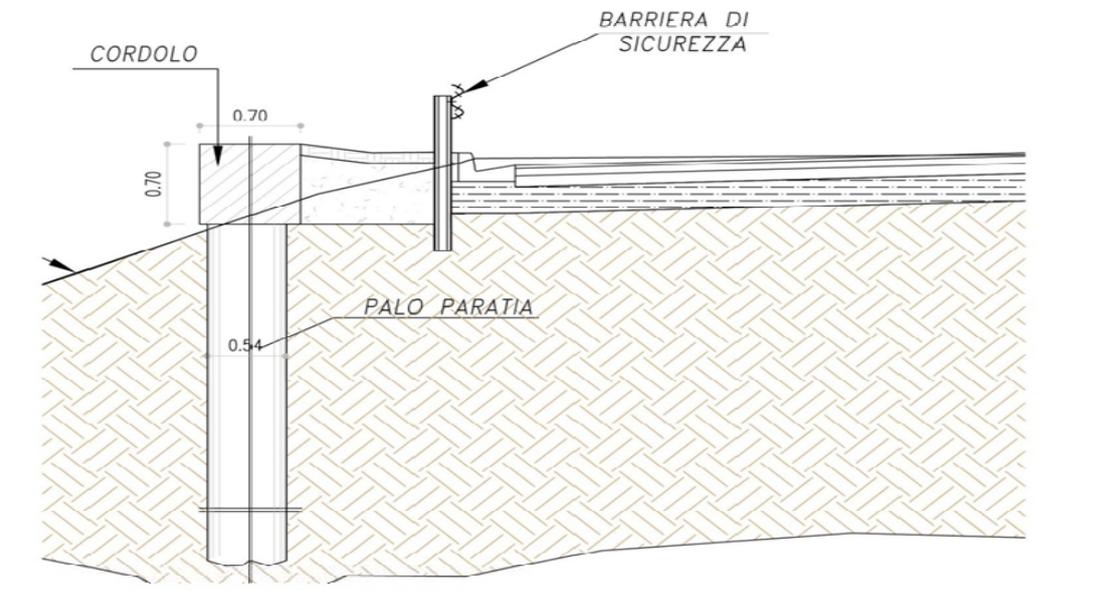


Figura 18 - Paratia di pali tratto da sez. 208 a sez. 236

A seguire la paratia di pali di cui al punto precedente, in corrispondenza dell'innesto con la Via Mangialasagne, si prevede la realizzazione di un muro di sottoscarpa su pali, necessario alla ricostruzione dell'innesto stradale che è stato interessato da un movimento franoso. Il muro, origina in corrispondenza della fine della paratia di cui al punto precedente e si sviluppa sino alla

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

sezione 244 in affiancamento alla via Borremans proseguendo quindi ad affiancare la Via Mangialasagne, riducendosi in altezza sino a raccordarsi con il terreno esistente.

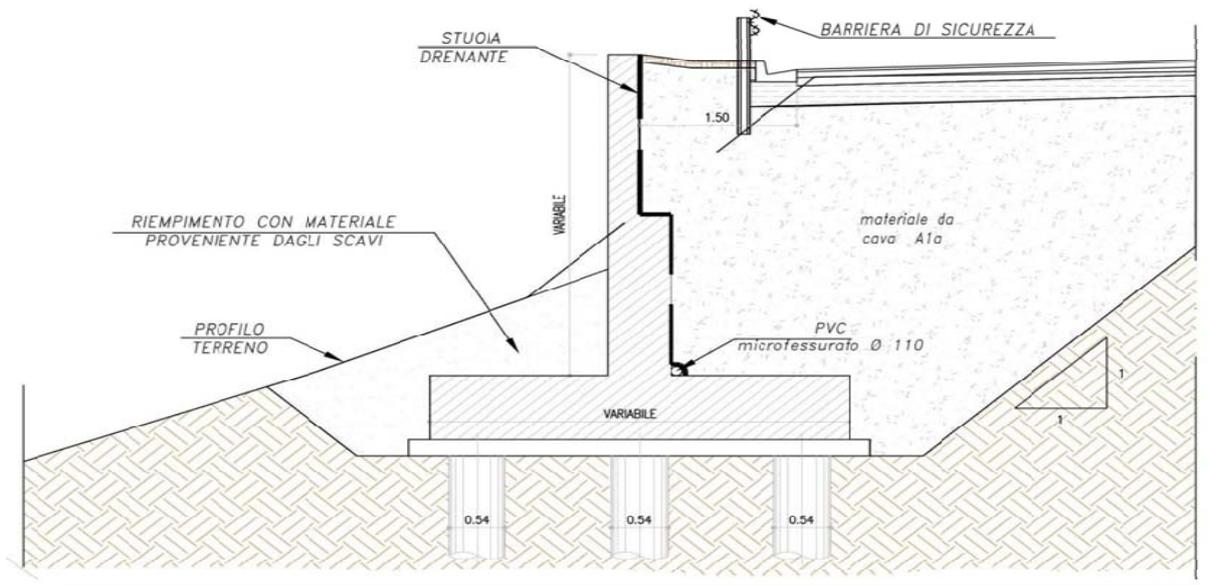


Figura 19 - Muro di sottoscapa su pali

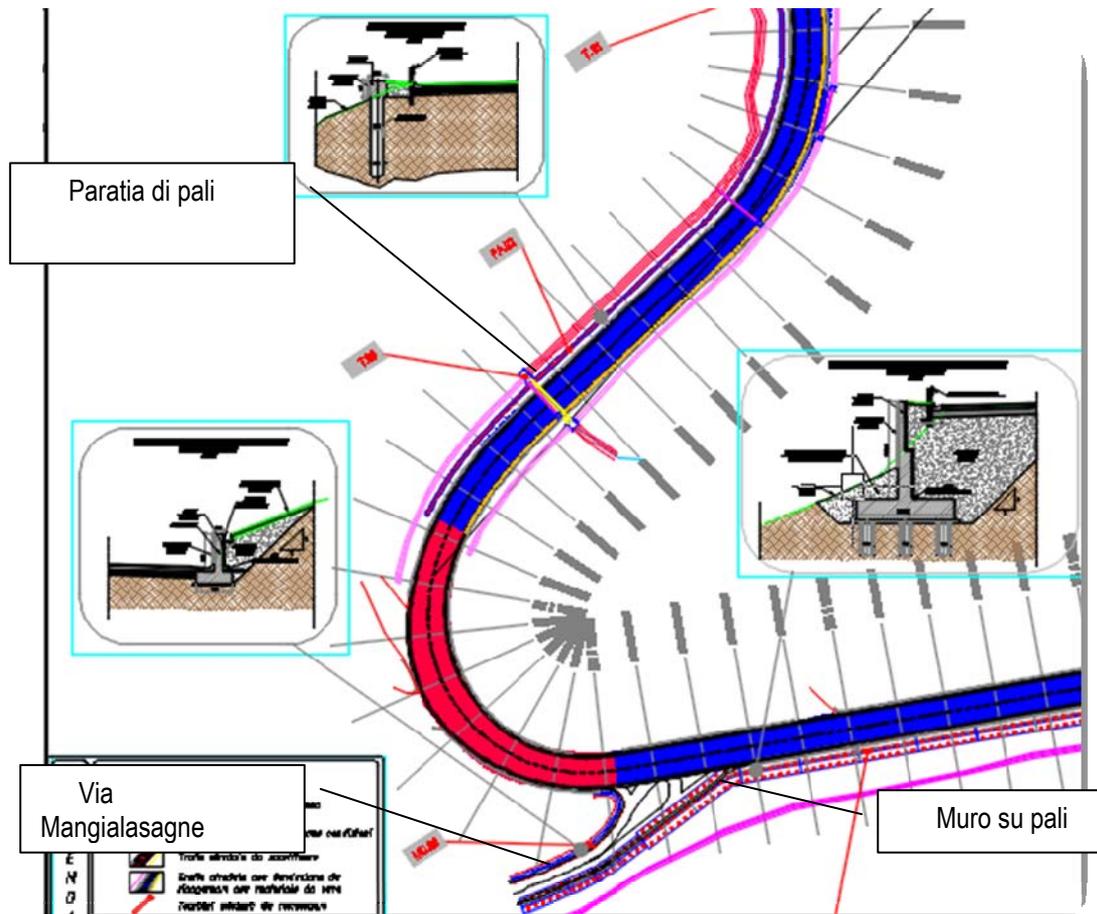


Figura 20 - Stralcio Planimetrico muro su pali

## LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

In questo primo tratto della via Mangialasagne si prevede inoltre la realizzazione di un muretto di controripa.

Dalla sezione 253 alla sezione 274 si prevede la realizzazione di una paratia di pali con cordolo di coronamento.

Sarà realizzata inoltre, una paratia di pali con cordolo di coronamento, nel tratto compreso tra la sezione 288 e la sezione 301.

Proseguendo oltre l'innesto con la Via Mangialasagne lungo Via Borremans sino a raggiungere lo Svincolo di Caltanissetta Xirbi sulla S.S. 640, si prevede la realizzazione di 3 strutture di sostegno costituite da gabbioni in pietrame calcareo, in particolare nel tratto dalla sezione 319 alla sezione 323, nel tratto dalla sezione 336 alla sezione 341 lato sinistro e dalla sezione 333 alla sezione 341 lato destro. Si riporta di seguito una sezione tipologica.

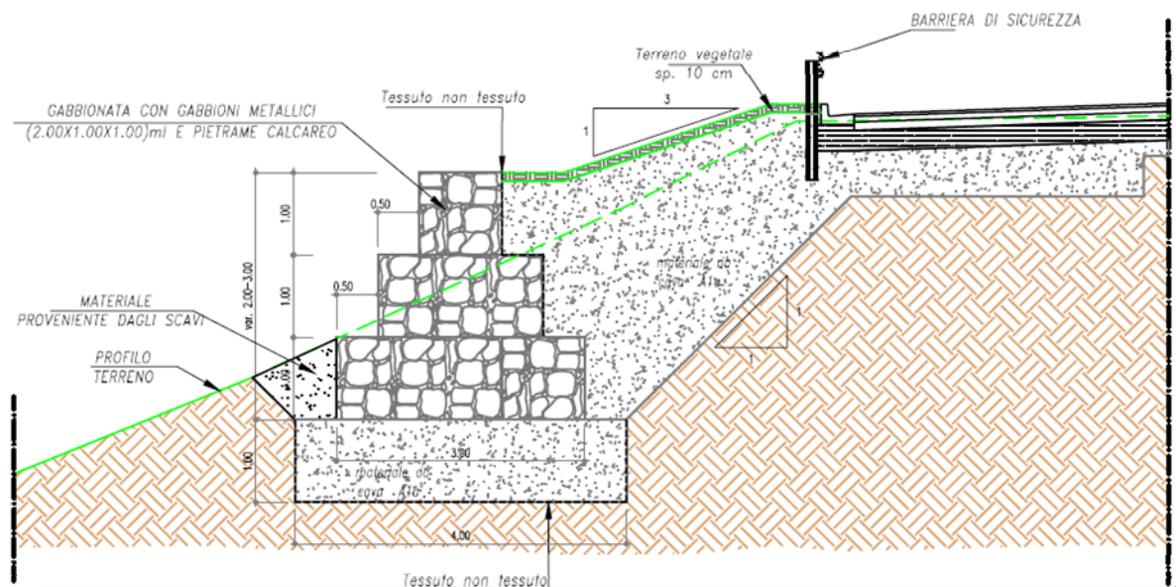


Figura 21- Sezione tipologica gabbionate

Riassumendo i manufatti principali previsti lungo sede stradale sono:

- MURO DI CONTRORIPA SU PALI H=2,20m - MU01 (pc dx Sez. 57-67)
- PARATIA - PA01 (pc sx Sez. 56-67) e PA01bis
- MURO DI CONTRORIPA H=1,50m - MU02 (pc dx Sez. 67-71)
- MURI SU PALI - MP01 E MP02 (Sez. 236-246)
- MURI - MU03 (Sez. rampa)
- PARATIA DI PALI - PA02 (pc sx Sez. 209-236)
- PARATIA DI PALI - PA03 (pc sx Sez. 254-272)
- PARATIA DI PALI - PA04 (pc sx Sez. 289-294)
- GABBIONI (pc Dx Sez. 319-323) - GABBIONI (pc Dx Sez. 334-341) - GABBIONI (pc Sx Sez. 334-341)

## 6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI - STRATIGRAFIE TERRENI

Questa parte dello studio individua le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dalle opere e riassume i risultati dello studio geologico grazie al quale è stato possibile definire la stratigrafia dei terreni in posto, dettagliando i tipi litologici rinvenuti, la loro storia geologica, la composizione e la struttura.

Per la caratterizzazione geotecnica del terreno di fondazione, si è fatto riferimento allo studio geologico i cui risultati sono compendati nella "relazione geologica" redatta dal Geologo Dott. E. Curcuruto e si demanda alla stessa per ogni informazione relativa alla geologia.

La caratterizzazione geotecnica e la stratigrafia del sito è stata assicurata dall'acquisizione dei dati ottenuti dall'esecuzione di dieci sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguito presso l'area dove sorgeranno le nuove strutture in progetto, la cui stratigrafia viene riportata in allegato e la realizzazione di due Inclinometri.

Durante l'avanzamento, sono stati prelevati diversi campioni indisturbati sui quali sono state effettuate prove di laboratorio per l'acquisizione dei parametri geotecnici.

Lo studio dei terreni è stato ancora perfezionato da uno studio di monitoraggio continuo nei settori interessati da diverse criticità. La sede stradale, come già detto, è stata interessata da diversi fenomeni franosi del tracciato stradale ed ha interessato maggiormente i tratti indagati con i sondaggi geognostici S1 (sezioni 57-67) e S5a (sezioni 236-246).

Per tale motivo in tali sondaggi si sono installati due distinti inclinometri. Si è previsto che i fenomeni di dissesto siano indagati per un periodo di almeno due anni per cui per cui la data presunta termine delle indagini e le analisi dei risultati ottenuti saranno terminati nel giugno 2020, essendo partiti con la campagna di studio 28/05/2018.

Inoltre per stimare la risposta sismica del sito indagato, è stata effettuata una indagine sismica per ricavare Vs30, utile per la caratterizzazione del suolo in oggetto.

### 6.1 Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Per definire l'intervento, si è proceduto ad una accurata campagna di indagini al fine di determinare le caratteristiche meccaniche e la stratigrafia del terreno che interessa la sede stradale esistente, nel tratto presso via Borremans (SS112 bis) a Caltanissetta. Le indagini sono state effettuate dalla ditta GEO GAV srl.

In particolare sono state effettuate:

- una prova MASW, che ha confermato la tipologia di suolo C;
- n. 10 sondaggi verticali (S1, S2, S3, S4, S5, S5A, S6, S6.1, S7, S8,) con profondità comprese tra i 15m e i 20m;
- la realizzazione di due Inclinometri (S01, e S5A);
- prelievo di n°30 campioni indisturbati;

In dettaglio, sono stati realizzati i seguenti sondaggi:

## LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

Sondaggio	Prof.	Diam.	Metodo	Campioni Prelevati		Prove in foro	Strumentazione Installata	Sistema Coordinate WGS84		Note
				Rim.	Ind.			N	E	
S1	20,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	Inclinometro	37°30'10.19"	14°03'20.76"	
S2	15,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	-	37°30'22.93"	14°03'34.52"	
S3	15,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	-	37°30'39.79"	14°03'35.89"	
S4	20,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	-	37°30'53.02"	14°03'32.15"	
S5	20,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	-	37°30'53.02"	14°03'32.15"	
S5A	20,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	Inclinometro	37°30'55.25"	14°03'25.06"	
S6	20,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	-	37°30'58.91"	14° 3 ' 25.42"	
S6.1	20,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	-	37°30'53.02"	14°03'32.15"	
S7	15,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	-	37°31'07.72"	14°03'32.21"	
S8	15,00	101	Carotaggio continuo	-	3	-	-	37°31'14.53"	14°03'32.59"	

Le prove di laboratorio a cui sono stati sottoposti i campioni prelevati per la determinazione dello loro delle caratteristiche fisiche sono state:

- analisi granulometriche per vagliatura e sedimentazione;
- peso dell'unità di volume
- contenuto d'acqua naturale;
- peso specifico dei grani;
- composizione granulometrica;
- proprietà indici (limiti di Atterberg, densità relativa);
- prove di taglio diretto per la definizione dei parametri di attrito e coesione;
- prove di taglio diretto per la definizione dei parametri di attrito e coesione residui;
- prove di espansione laterale libera su campioni indisturbati;
- prove edometriche;
- prove di compressione triassiale non consolidata e non drenata;
- prove di compressione triassiale consolidata e non drenata.

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

Nelle figure seguenti si riportano le ortofoto con le ubicazioni delle indagini



Figura 22- Ubicazione Sondaggi S1 e S2

**Planimetria con ubicazione delle Indagini**



Figura 23 - Ubicazione Sondaggi S3, S4, S5, S5a e S6

## Planimetria con ubicazione delle Indagini



Figura 24 - Ubicazione Sondaggi S6.1, S7 e S8

Si illustrano di seguito le caratteristiche geotecniche dei terreni utilizzati nelle elaborazioni delle diverse opere in progetto

In particolare è stato possibile ricostruire i profili stratigrafici e fornire le risultanze di prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati.

Individuate le stratigrafie di progetto ed i parametri meccanici dei vari strati si sono analizzate le problematiche presenti nel sito, le criticità correnti, i dissesti manifestatisi che interferiscono con la realizzazione e la funzionalità delle opere previste nel progetto.

In particolare l'esame delle prime risultanze del piano di monitoraggio sull'inclinometro S1 con l'esame delle morfologie dei dintorni ha permesso, al geologo incaricato, di poter identificare un incipiente fenomeno di scivolamento del fronte ed individuare due superfici di scivolamento.

## 6.2 PARATIA - PA01 (pc sx Sez. 56-67) e PA01-bis (pc sx Sez. 62-65)

Nelle verifiche strutturali, per la valutazione dei parametri geotecnici, si è fatto riferimento al Sondaggio S1.

MODELLO GEOTECNICO			
Strato n°		Litotipo	Parametri Geotecnici
1		<u>Limi con Argilla sabbiosi colore giallastro bruno</u>	$\gamma = 19.93 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 282.0 \text{ kPa}$
			$c' = 31.4 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 19.7^\circ$
			$c_r' = 0.00 \text{ kPa}$
			$\varphi_r' = 17.0^\circ$
2		<u>Limi con argilla sabbiosi</u>	$\gamma = 19.64 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 304.0 \text{ kPa}$
			$c' = 42.9 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 24.0^\circ$
3		<u>Argille limose grigio azzurre</u>	$\gamma = 19.93 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 245.0 \text{ kPa}$
			$c' = 14.7 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 23.8^\circ$

Individuate le stratigrafie di progetto ed i parametri meccanici dei vari strati si sono analizzate le problematiche presenti nel sito, le criticità correnti, i dissesti manifestatisi che interferiscono con la realizzazione e la funzionalità delle opere previste nel progetto.

In questa parte il territorio studiato è interessato da fenomeni di degradazione non evidenti come le frane, ma tanto incisivi quanto durevoli. Sono fenomeni legati a diversi fattori, quali la elevata pendenza dei versanti e la erodibilità dei litotipi; i movimenti franosi vengono innescati da piccoli fenomeni di scoscendimento che talvolta evolvono, a causa delle forti pendenze, a veri e propri fenomeni di colamento, o di movimenti franosi repentini che coinvolgono, generalmente, la coltre detritica superficiale e l'orizzonte di alterazione del substrato.

In particolare l'esame delle prime risultanze del piano di monitoraggio sull'inclinometro S1 con l'esame delle morfologie dei dintorni ha permesso, al geologo incaricato, di poter identificare un incipiente fenomeno di scivolamento del fronte ed individuare due superfici di scivolamento. Così come rappresentato nella figura seguente.

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

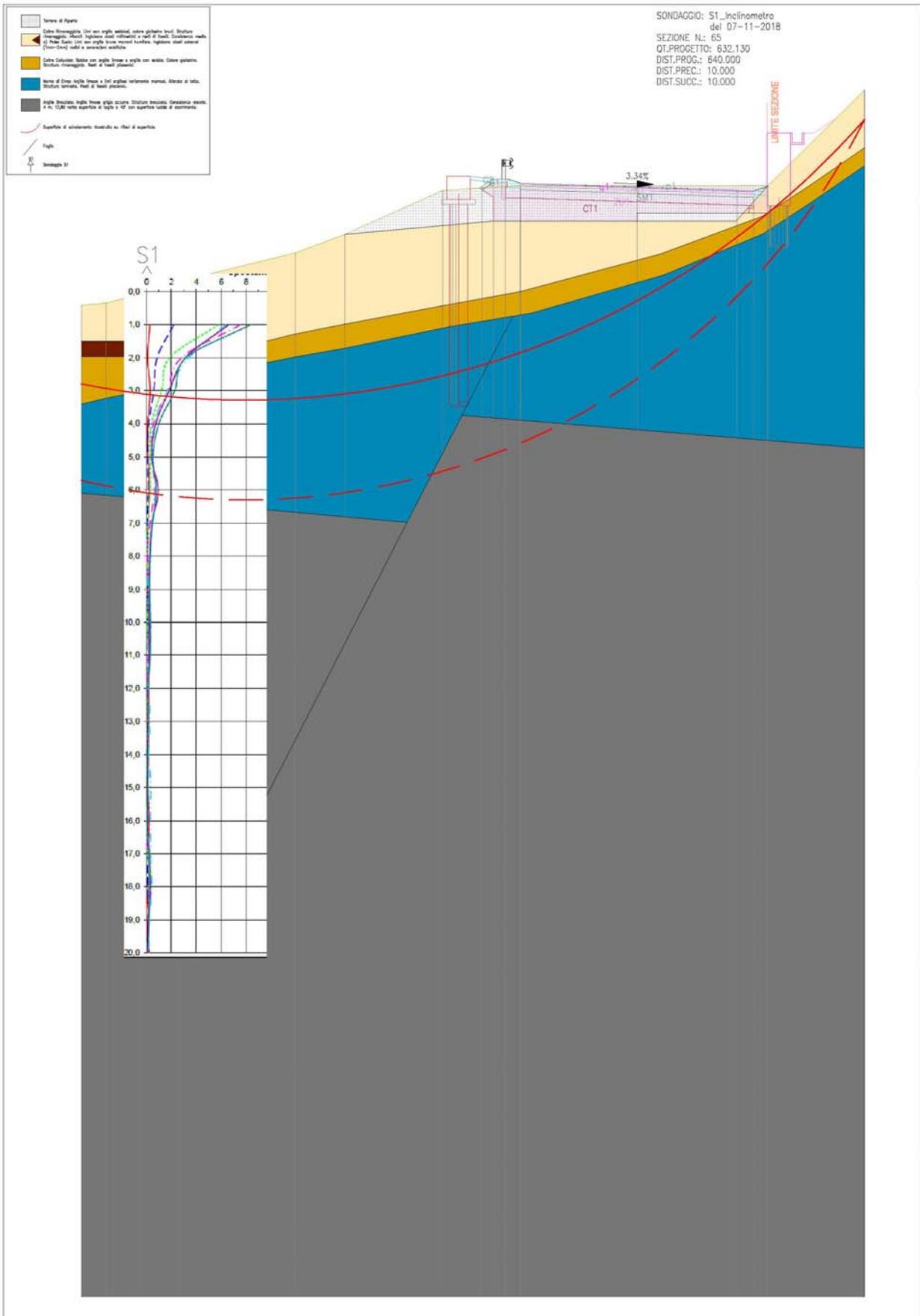


Figura 25 - Sezione Geologica

Al fine di definire i parametri geotecnici nelle condizioni descritte lo strato N°1 di Limi con Argilla sabbiosi è stato considerato nelle condizioni residue, e a vantaggio di sicurezza, si sono assunti i corrispondenti parametri geotecnici del sondaggio S5a ( $c_r' = 0.00$  kPa;  $\varphi_r' = 17.0^\circ$ )

### 6.3 MURO DI CONTRORIPA SU PALI H=2,20m - MU01 (pc dx Sez. 57-67)

Nelle verifiche strutturali, per la valutazione dei parametri geotecnici, si è fatto riferimento al Sondaggio S1.

Strato n°	MODELLO GEOTECNICO		
		Litotipo	Parametri Geotecnici
1		<u>Limi con Argilla sabbiosi colore giallastro bruno</u>	$\gamma = 19.93$ kN/mc
			$C_u = 282.0$ kPa
			$c' = 31.4$ kPa
			$\varphi' = 19.7^\circ$
2		<u>Limi con argilla sabbiosi</u>	$\gamma = 19.64$ kN/mc
			$C_u = 304.0$ kPa
			$c' = 42.9$ kPa
			$\varphi' = 24.0^\circ$
3		<u>Argille limose grigio azzurre</u>	$\gamma = 19.93$ kN/mc
			$C_u = 245.0$ kPa
			$c' = 14.7$ kPa
			$\varphi' = 23.8^\circ$

## 6.4 MURO DI CONTRORIPA H=1,50m - MU02 (pc dx Sez. 67-71)

Nelle verifiche strutturali, per la valutazione dei parametri geotecnici, si è fatto riferimento al Sondaggio S1.

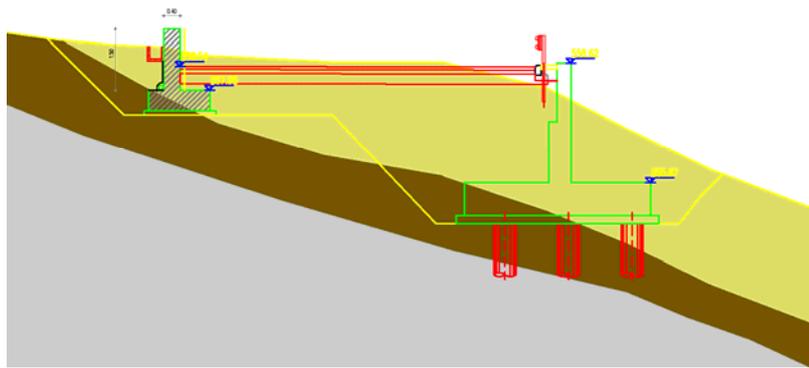
MODELLO GEOTECNICO			
Strato n°		Litotipo	Parametri Geotecnici
1		<u>Limi con Argilla sabbiosi colore giallastro bruno</u>	$\gamma = 19.93 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 282.0 \text{ kPa}$
			$c' = 31.4 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 19.7^\circ$
2		<u>Limi con argilla sabbiosi</u>	$\gamma = 19.64 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 304.0 \text{ kPa}$
			$c' = 42.9 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 24.0^\circ$
3		<u>Argille limose grigio azzurre</u>	$\gamma = 19.93 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 245.0 \text{ kPa}$
			$c' = 14.7 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 23.8^\circ$

## 6.5 MURI - MU03 (Sez .rampa)

Nelle verifiche strutturali, per la valutazione dei parametri geotecnici, si è fatto riferimento al Sondaggio S5.

MODELLO GEOTECNICO			
Strato n°		Litotipo	Parametri Geotecnici
1		<u>Riporto</u>	$\varphi' = 23.0^\circ$
			$\gamma = 18.00 \text{ kN/mc}$
2		<u>Argille con limo giallastre</u>	$\gamma = 19.11 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 94.6 \text{ kPa}$
			$c' = 4.4 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 19.5^\circ$
3		<u>Argille con limo grigio scure</u> <u>Tratto fino a profondita di 15,00m</u>	$\gamma = 19.71 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 160.0 \text{ kPa}$
			$c' = 29.7 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 21.2^\circ$
4		<u>Argille con limo grigio scure</u> <u>Tratto oltre la profondita di 15.00m.</u>	$\gamma = 20.46 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 318.0 \text{ kPa}$
			$c' = 36.2 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 25.6^\circ$

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA



26 - Sezione geologica

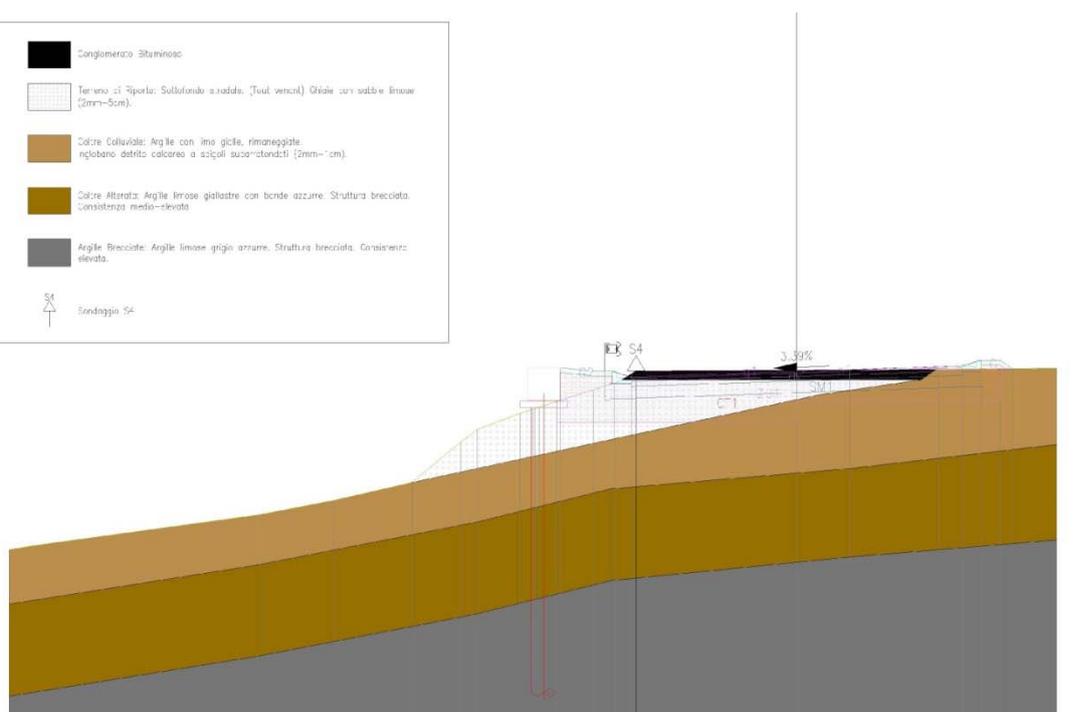


27 - Tabella parametri geologici

## 6.6 PARATIA DI PALI - PA02 (pc sx Sez. 209-236)

Nelle verifiche strutturali, per la valutazione dei parametri geotecnici, si è fatto riferimento al Sondaggio S4.

MODELLO GEOTECNICO			
Strato n°		Litotipo	Parametri Geotecnici
1		<u>Riporto (non caratterizzati)</u>	$\gamma = 18.00 \text{ kN/mc}$
			$\varphi' = 16.0^\circ$
2		<u>Argille con limo giallastre</u> (riferimento Parametri FC1S5)	$\gamma = 18.39 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 94.6 \text{ kPa}$
			$c' = 4.4 \text{ kPa}$
3		<u>Argille limose giallastre</u>	$\varphi' = 19.5^\circ$
			$\gamma = 19.51 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 140.0 \text{ kPa}$
4		<u>Argille brecciate grigio azzurre</u>	$c' = 6.8 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 29.2^\circ$
			$\gamma = 20.39 \text{ kN/mc}$
4		<u>Argille brecciate grigio azzurre</u>	$C_u = 378.0 \text{ kPa}$
			$c' = 53.9 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 16.5^\circ$



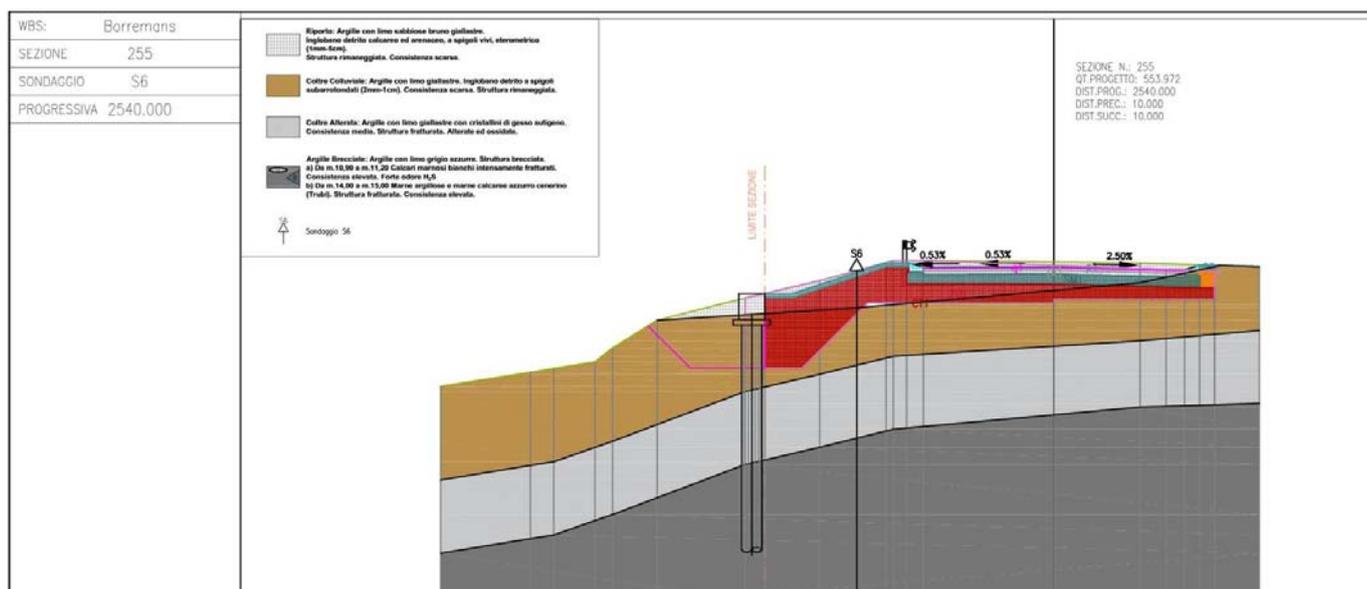
28 - Sezione geologica

## 6.7 PARATIA DI PALI - PA03 (pc sx Sez. 254-272)

Nelle verifiche strutturali, per la valutazione dei parametri geotecnici, si è fatto riferimento al Sondaggio S6.

MODELLO GEOTECNICO			
Strato n°	Profondità (m)	Litotipo	Parametri Geotecnici
1	1.00	<u>Riporto (non caratterizzati)</u>	$\gamma = 18.00 \text{ kN/mc}$
			$\varphi' = 23.0^\circ$
2	1.00-2.40	<u>Argille con limo giallastre</u>	$\gamma = 19.26 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 214.0 \text{ kPa}$
			$c' = 2.4 \text{ kPa}$
3	2.40-4.40	<u>Argille con limo giallastre</u>	$\varphi' = 25.7^\circ$
			$\gamma = 19.92 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 750.0 \text{ kPa}$
4	Da 4.40	<u>Argille brecciate grigio azzurre</u> (riferimento Parametri FC3S6.1)	$c' = 35.0 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 20.8^\circ$
			$\gamma = 20.23 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 106.0 \text{ kPa}$
			$c' = 26.7 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 23.2^\circ$

La stratigrafia dall'alto verso il basso, desunta dalla relazione gologica redatta dal Dott. E. Curcuruto, è la seguente:



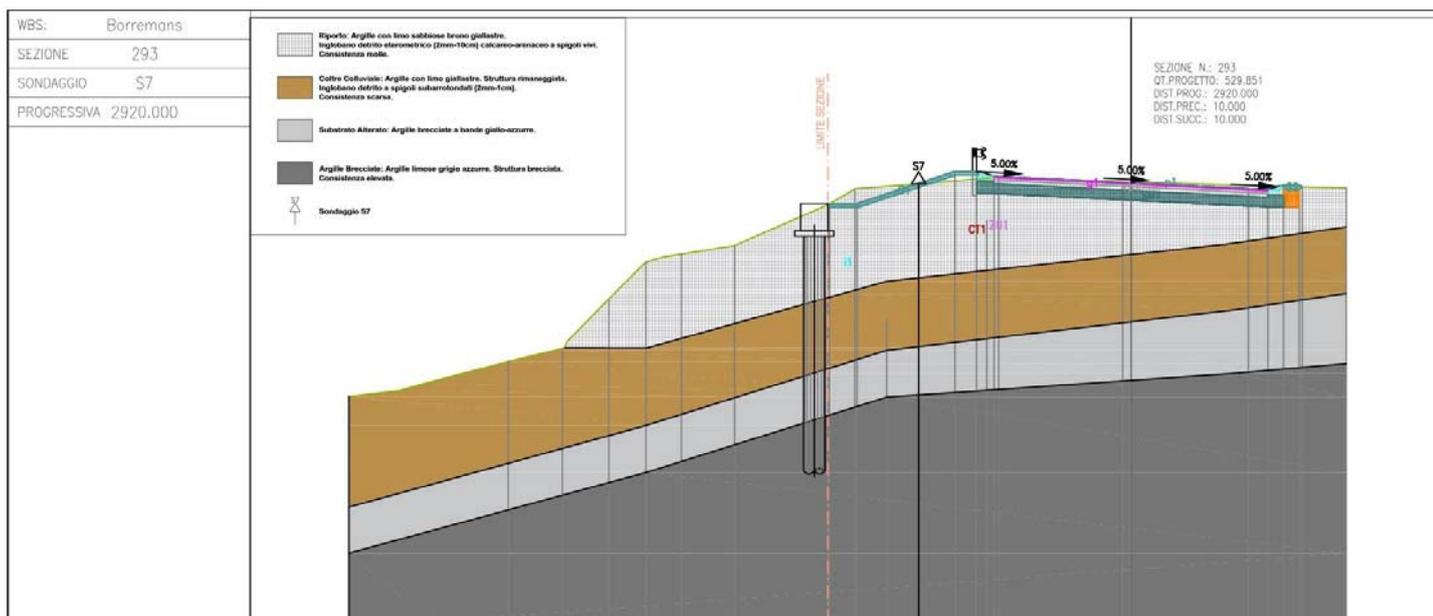
29 - Sezione geologica

## 6.8 PARATIA DI PALI - PA04 (pc sx Sez. 289-294)

Nelle verifiche strutturali, per la valutazione dei parametri geotecnici, si è fatto riferimento al Sondaggio S7.

MODELLO GEOTECNICO			
Strato n°	Profondità (m)	Litotipo	Parametri Geotecnici
1	2.5	<u>Riporto (FC1S7)</u>	$\gamma = 19.93 \text{ kN/mc}$
			$\varphi' = 15.6.0^\circ$
			$C_u = 54.04 \text{ kPa}$
			$c' = 33.3 \text{ kPa}$
2	2.50-4.20	<u>Argille con limo giallastre (FC2S7)</u>	$\gamma = 19.64 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 447 \text{ kPa}$
			$c' = 47 \text{ kPa}$
3	4.20-5.50	<u>Argille con limo giallastre</u> (riferimento Parametri FC2S6)	$\gamma = 19.92 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 75.0 \text{ kPa}$
			$c' = 35.0 \text{ kPa}$
4	Da 5.50	<u>Argille brecciate grigio azzurre</u> (riferimento Parametri FC3S6.1)	$\gamma = 20.23 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 106.0 \text{ kPa}$
			$c' = 26.7 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 23.2^\circ$

La stratigrafia dall'alto verso il basso, desunta dalla relazione gologica redatta dal Dott. E. Curcuruto, è la seguente:



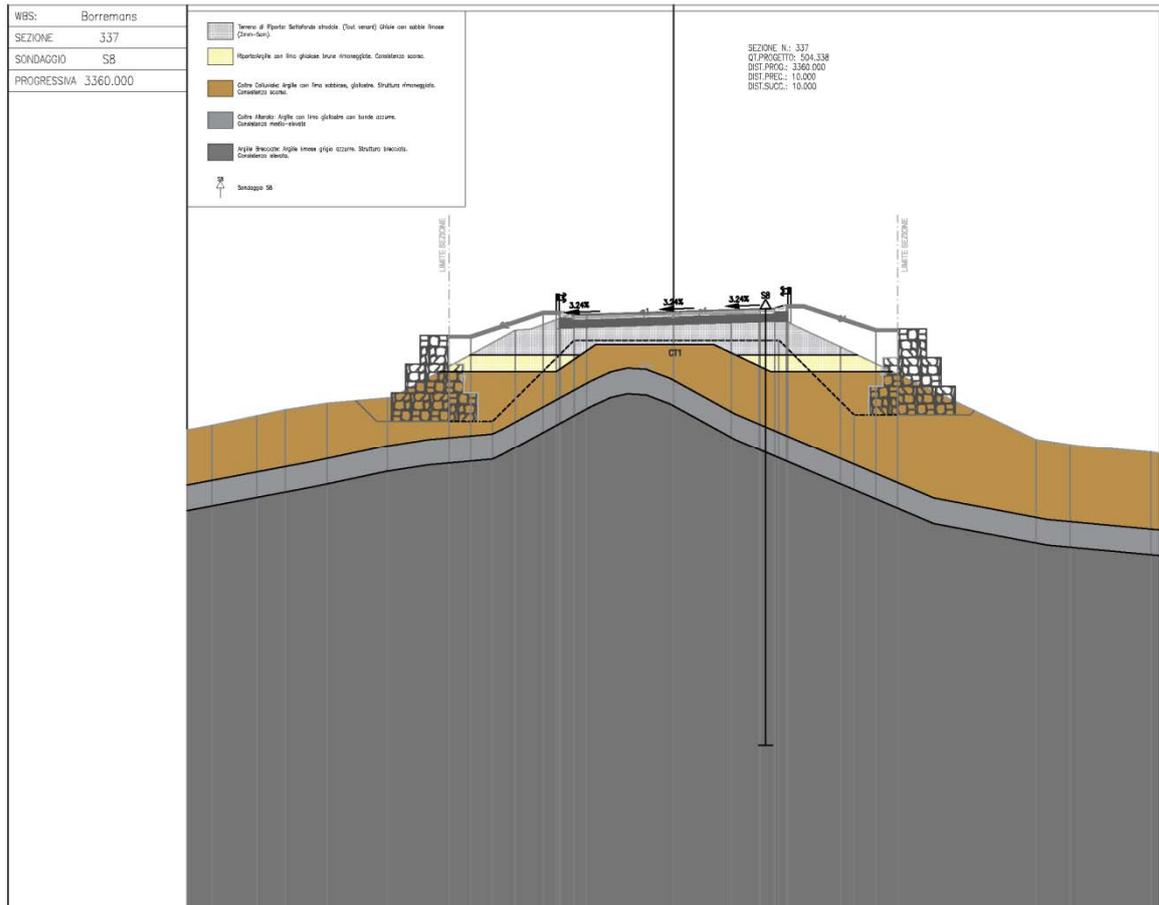
30 - Sezione geologica

## 6.9 GABBIONI (pc Dx Sez. 319-323) - GABBIONI (pc Dx Sez. 334-341) - GABBIONI (pc Sx Sez. 334-341)

Nelle verifiche strutturali, per la valutazione dei parametri geotecnici, si è fatto riferimento al Sondaggio S8.

MODELLO GEOTECNICO			
Strato n°	Profondità (m)	Litotipo	Parametri Geotecnici
1	Altezza gabbione	<u>Rilevato (da ricostruire)</u>	$\gamma = 18.00 \text{ kN/mc}$
			$\varphi' = 28.0^\circ$
			$C_u = 0.0 \text{ kPa}$
			$c' = 00.0 \text{ kPa}$
2	2.50-4.20	<u>Argille con limo giallastre (FC2S8)</u>	$\gamma = 19.27 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 108.0 \text{ kPa}$
			$c' = 47.8 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 28.5^\circ$
3	Da 5.50	<u>Argille brecciate grigio azzurre</u> (riferimento Parametri <u>(FC3S8)</u> )	$\gamma = 19.65 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 108.0 \text{ kPa}$
			$c' = 9.0 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 21.7^\circ$

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA



31 - Sezione geologica

## 6.10 MURI SU PALI - MP01 E MP02 (Sez .236-246)

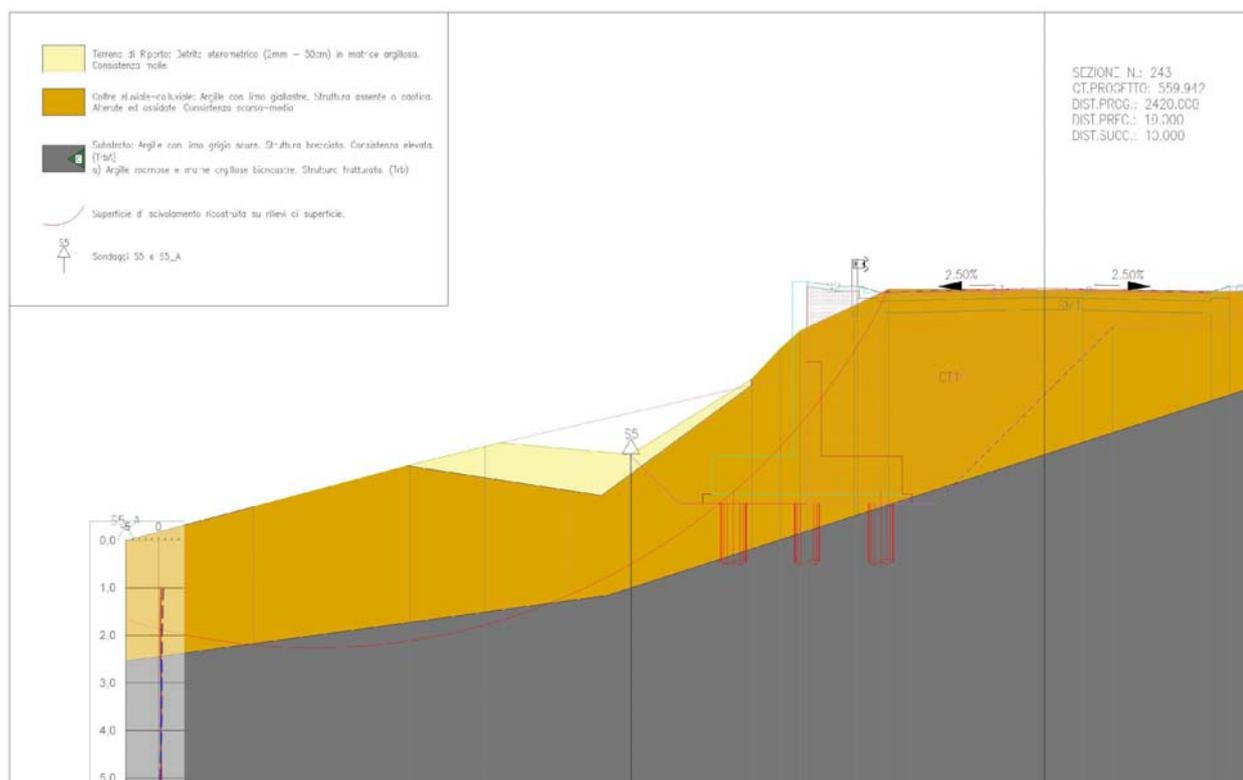
Nelle verifiche strutturali, per la valutazione dei parametri geotecnici, si è fatto riferimento al Sondaggio S5.

Lo strato di Coltre Alterata è stato considerato nelle condizioni residue, e a vantaggio di sicurezza, si sono assunti i corrispondenti parametri geotecnici del sondaggio S5a

		MODELLO GEOTECNICO	
Strato n°		Litotipo	Parametri Geotecnici
1		<u>Riporto</u>	
2		<u>Coltre Alterata: Argille con limo giallastre</u>	$\gamma = 19.11 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 61.0 \text{ kPa}$
			$c' = 11.9 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 25.7^\circ$
			$c_r' = 0.00 \text{ kPa}$
			$\varphi_r' = 17.0^\circ$
3		<u>Argille con limo grigio scure</u> <u>Tratto fino a profondità di 15.00m</u>	$\gamma = 19.71 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 160.0 \text{ kPa}$
			$c' = 29.7 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 21.2^\circ$
4		<u>Argille con limo grigio scure</u> <u>Tratto oltre la profondità di 15.00m.</u>	$\gamma = 20.46 \text{ kN/mc}$
			$C_u = 318.0 \text{ kPa}$
			$c' = 36.2 \text{ kPa}$
			$\varphi' = 25.6^\circ$

La stratigrafia dall'alto verso il basso, desunta dalla relazione geologica redatta dal Dott. E. Curcuruto, è la seguente:

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA



32 - Sezione geologica

Sono state effettuate due verifiche distinte rispettivamente per il muro tipo M.01 e per il muro M.02, verifiche che hanno tenuto conto dei parametri del del modello geotecnico più cautelativo.

Inoltre, tenendo conto che i tratti indagati sono stati oggetto di eventi franosi superficiali, sono stati considerati i parametri geotecnici residui riassunti nel quadro precedente.

Infatti lo strato di Coltre Alterata è stato considerato nelle condizioni residue, e a vantaggio di sicurezza, si sono assunti i corrispondenti parametri geotecnici del sodaggio S5a che risultano essere i più bassi.

## 7 VERIFICHE EFFETTUATE

Tenendo conto della stratigrafia emersa dalle indagini e dalle considerazioni sui parametri geotecnici di cui al paragrafo precedente è stata effettuata la verifica delle opere in precedenza elencate.

In sintesi si sono effettuate le verifiche di muri di sostegno, paratie di pali e gabbionate.

### 7.1 VERIFICHE MURI DI SOSTEGNO

Sono state effettuate le verifiche con riferimento ai seguenti stati limite, accertando che la condizione [6.2.1] sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- scorrimento sul piano di posa;
- collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno;
- ribaltamento;
- stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno è stata effettuata, analogamente a quanto previsto al § 6.8, secondo l'Approccio 1, con la Combinazione 2 (A2+M2+R2), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo.

Le rimanenti verifiche sono state effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5

### 7.2 VERIFICHE PARATIE

Per le paratie si sono considerate i seguenti stati limite ultimi, accertando che la condizione [6.2.1 ( $E_d \leq R_d$ )] sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- SLU di tipo geotecnico (GEO) e di tipo idraulico (UPL e HYD)
  - collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera (atto di moto rigido);
  - collasso per carico limite verticale;
  - sfilamento di uno o più ancoraggi;
  - instabilità del fondo scavo in terreni a grana fine in condizioni non drenate;
  - instabilità del fondo scavo per sollevamento;
  - sifonamento del fondo scavo;
  - instabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
- SLU di tipo strutturale (STR)
  - raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi;
  - raggiungimento della resistenza in uno o più puntoni o di sistemi di contrasto;

- raggiungimento della resistenza strutturale della paratia.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo la Combinazione 2(A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

### 7.3 VERIFICHE GABBIONATE

Per il dimensionamento delle gabbionate si è utilizzato un apposito programma, con la quale sono state effettuate le verifiche di stabilità interna e globale, oltre a quelle di scorrimento, ribaltamento e carico limite considerando le gabbionate come un opera di sostegno.

Le verifiche sono state effettuate per ciascuna tipologia, lungo le sezioni più caratteristiche, in particolare nei rispettivi tratti iniziali in tal modo si sono considerati i dislivelli geometrici maggiori. Essendo presenti terreni di natura coesiva le verifiche sono state effettuate sia in condizioni drenate che non. In considerazione del numero di verifiche effettuate i tabulati delle stesse sono riportati in uno specifico elaborato allegato al presente progetto. Inoltre è stata verificata la stabilità del fronte, al fine di assicurare le condizioni di sicurezza. Le verifiche sono state effettuate in corrispondenza delle sezioni che presentano i dislivelli maggiori.

### 7.4 VERIFICA STABILITA'

Si sono effettuate le verifica di stabilità del pendio, al fine di verificare il miglioramento conseguito dall'inserimento delle opere di contenimento.

La caratterizzazione geologica del terreno è stata effettuata

a monte del rilevato è rappresentata dall'alto verso il basso da Coltre Alterata, Argille con limo grigio scure .

Dal DTM si sono estrapolate alcune sezioni su cui è stata ricostruita la stratigrafia al fine di effettuare le verifiche di stabilità.

A vantaggio di sicurezza, ai fini del calcolo geotecnico e della stabilità del pendio, si sono considerati i valori residui di resistenza per lo strato di Coltre Alterata (AL), mentre per lo gli strati più profondi si sono considerati i valori di resistenza caratteristici.

Sono stati considerati i carichi permanenti, i carichi stradali e le diverse condizioni al contorno presenti.

Le verifiche sono state effettuate con i parametri geotecnici sia in condizioni "drenate" (Tensioni efficaci), che "non drenate" (Tensioni totali), sia con i "parametri residui" per le Coltre Alterata (AL), che sono risultate le più restrittive.

I calcoli sono stati elaborati applicando la normativa attualmente vigente, cioè al D.M. del 17/01/2018 secondo l'Approccio "1" con la Combinazione 2 (A2+M2+R2), con il metodo "Bell" e "Bishop" .

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza, FS, non inferiore a 1,10.

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.

In particolare il programma utilizzato "C.D.D." della "STS S.r.l.", esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate. Si riportano nel seguito le verifiche grafiche eseguite sotto le ipotesi in precedenza ampiamente descritte.

## 8 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

## 8.1 DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni delle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

In accordo con la tabella 1 della UNI 11104-2004, le strutture in progetto ricadono nelle seguenti classi di esposizione:

- pali di fondazione e paratia di pali completamente interrata: XA2
- muro di sostegno: XA2

prospetto 1 <b>Classi di esposizione</b>		
Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.
2 Corrosione indotta da carbonatazione Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copritrero o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non compresa nella classe XC2.
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare		
XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (piscine).
XD3	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.
XS2	Permanentemente sommerso	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.
XS3	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti <sup>*)</sup>		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.
XF2	Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.
XF3	Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.
XF4	Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.
6 Attacco chimico <sup>*)</sup>		
XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.
XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.
XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi e gas di scarico industriali.
*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione: - moderato: occasionalmente gelato in condizioni di saturazione; - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.		
**) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.		

Ai sensi della Tabella 4 della UNI 11104-2004, la classe di resistenza minima è quindi:

- pali di fondazione e paratia di pali completamente interrata: C32/40
- muro di sostegno: C32/40

prospetto 4 Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente a aggressivo per attacco chimico		
		Acqua di mare				Cloruri provenienti da altre fonti												
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto <i>w/c</i>	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Minima classe di resistenza <sup>*)</sup>	C12/5	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30	C28/35	C32/40	C28/35	C32/40	C35/45
Minimo contenuto in cemento (kg/m <sup>3</sup> )	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	320	340	360	320	340	360	
Contenuto minimo in aria (%)														3,0 <sup>**)</sup>				
Altri requisiti												Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati <sup>§)</sup>		

\*) Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.  
a) Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.  
b) Quando la presenza di solfati comporta le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

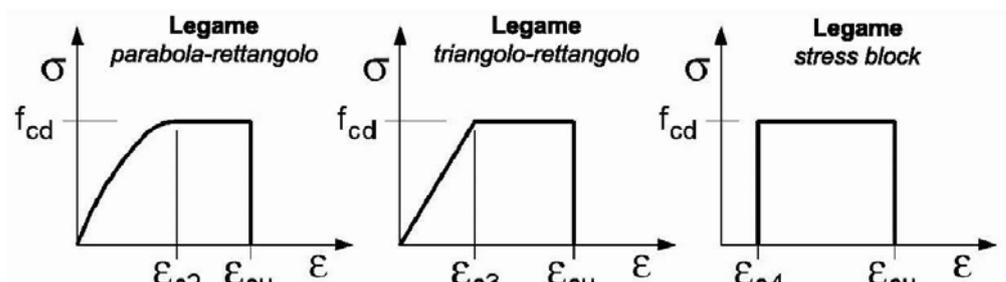
**Legami Costitutivi**

Per classi di resistenza pari o inferiori a C50/60

$\epsilon_{c2} = 0.200\%$

$\epsilon_{c3} = 0.175\%$

$\epsilon_{c4} = 0.070\%$



$\varepsilon_{cu} = 0.350\%$

### 8.2.1 Magrone di Fondazione

#### Caratteristiche Generali

cl-res =	C12\15	Classe di Resistenza
cl-esp =		Classe di Esposizione
Cons =		Consistenza

### 8.2.2 Strutture in elevazione e in fondazione

#### Caratteristiche Generali

cl-res =	C32\40	Classe di Resistenza
cl-esp =	XA2	Classe di Esposizione
Cond. Ambientale =	Aggressive	Condizioni Ambientali
Cemento =		Tipo di Cemento
Dosaggio =	kg/mc	Dosaggio del Cemento
Rapporto A/C =	0.5	Rapporto acqua / cemento
Cl max =	%	Contenuto massimo di cloruri
aggr max =	30	mm Dimensione nominale massima degli Aggregati
res gelo =		Inerti resistenti al Gelo
Cons =	S4 - Fluida	Consistenza
c =	50	mm Copriferro minimo
r =	60	mm Ricoprimento minimo

#### Valori Caratteristici

$R_{ck}$ =	40	MPa	Resistenza caratteristica cubica a compressione
$f_{ck}$ =	33.2	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica a compressione
$f_{ctk.5\%}$ =	2.17	MPa	Resistenza caratteristica a trazione semplice - frattile 5%
$f_{ctk.95\%}$ =	4.03	MPa	Resistenza caratteristica a trazione semplice - frattile 95%
$f_{ctk.5\%}$ =	2.60	MPa	Resistenza caratteristica a trazione per flessione - frattile 5%
$f_{ctk.95\%}$ =	4.83	MPa	Resistenza caratteristica a trazione per flessione - frattile 95%

#### Valori Medi

$f_{cm}$ =	41.2	MPa	Resistenza media cilindrica a compressione
$f_{ctm}$ =	3.10	MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm}$ =	3.72	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$E_{cm}$ =	33642.78	MPa	Modulo Elastico

#### Resistenze di Calcolo – SLU

$\gamma_c$ =	1.5	Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo
$\alpha_c$ =	0.85	Coefficiente per i carichi di lunga durata

#### Resistenza di calcolo a compressione

$f_{cd}$ =	18.81	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione
------------	-------	-----	--------------------------------------

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

$f_{cd,sp<50} = 15.05$  MPa Resistenza di Calcolo a compressione ridotta per elementi piani con  $Sp < 50$  mm

Resistenza di calcolo a trazione

$f_{ctd} = 1.45$  MPa Resistenza di Calcolo a trazione semplice

$f_{ctd,sp<50} = 1.16$  MPa Resistenza di Calcolo a trazione semplice ridotta per elementi piani con  $Sp < 50$  mm

$f_{cfd} = 1.74$  MPa Resistenza di Calcolo a trazione pre flessione

$f_{cfd,sp<50} = 1.39$  MPa Resistenza di Calcolo a trazione per flessione ridotta per elementi piani con  $Sp < 50$  mm

**Resistenze di Calcolo - Azioni Eccezionali**

$\gamma_c = 1.00$  Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo

$\alpha_c = 0.85$  Coefficiente per i carichi di lunga durata

Resistenza di calcolo a compressione

$f_{cd} = 28.22$  MPa Resistenza di Calcolo a compressione

$f_{cd,sp<50} = 22.58$  MPa Resistenza di Calcolo a compressione ridotta per elementi piani con  $Sp < 50$  mm

Resistenza di calcolo a trazione

$f_{ctd} = 2.17$  MPa Resistenza di Calcolo a trazione semplice

$f_{ctd,sp<50} = 1.74$  MPa Resistenza di Calcolo a trazione semplice ridotta per elementi piani con  $Sp < 50$  mm

$f_{cfd} = 2.60$  MPa Resistenza di Calcolo a trazione pre flessione

$f_{cfd,sp<50} = 2.08$  MPa Resistenza di Calcolo a trazione per flessione ridotta per elementi piani con  $Sp < 50$  mm

**Resistenze di Calcolo - SLE**

$\sigma_c = 17.43$  MPa tens. max calcestruzzo - combinazione rara

$\sigma_c = 13.0725$  MPa tens. max calcestruzzo - combinazione quasi permanente

8.3 Acciaio

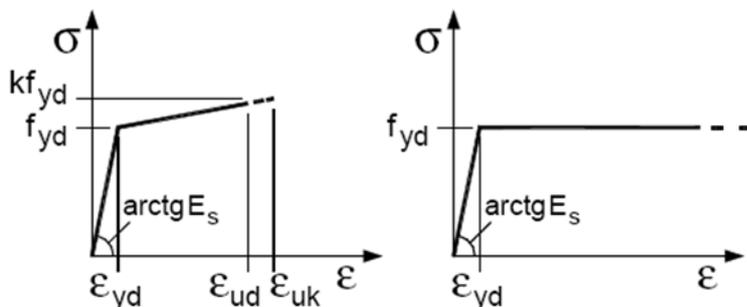
8.3.1 Acciaio d'armatura

**Legami Costitutivi**

$\epsilon_{ud} = 0.9 \epsilon_{uk}$

$\epsilon_{uk} = 0.9(A_{gt})_k$

$k = (f_t / f_y)_k$



**Valori Caratteristici**

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

$f_{y,nom} =$	450	MPa	Valore nominale della tensione di snervamento
$f_{t,nom} =$	540	MPa	Valore nominale della tensione di rottura
$E_s =$	206000	MPa	Modulo Elastico

**Requisiti prescritti**

$f_{yk,5\%} \geq$	$f_{y,nom}$	Valore caratteristici con frattile 5% della tensione di snervamento (da prove su campioni in numero significativo)
$f_{tk,5\%} \geq$	$f_{t,nom}$	Valore caratteristici con frattile 5% della tensione di rottura (da prove su campioni in numero significativo)
$(f_y / f_{y,nom})_{k,10\%} \leq$	1.25	Valore caratteristico con frattile del 10% del rapporto tra la tensione di snervamento effettiva, riscontrata sulla barra, ed il relativo valore nominale
$(f_t / f_y)_{k,10\%} \geq$	1.25	Valore caratteristico con frattile del 10% del rapporto tra la tensione di rottura effettiva e la tensione di snervamento
	< 1.35	
$(A_{gt})_{k,10\%} \geq$	7.5 %	Valore caratteristico con frattile 10% dell'allungamento al massimo sforzo
$\varnothing < 12 \text{ mm}$	4 $\varnothing$	Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza formazione di cricche:
$12 \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$	5 $\varnothing$	
$16 < \varnothing \leq 25 \text{ mm}$	8 $\varnothing$	
$25 < \varnothing \leq 40 \text{ mm}$	10 $\varnothing$	

**Resistenze di Calcolo - SLU**

$\gamma_s =$	1.15	Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio
$f_{yd} =$	391.30	MPa Resistenza di Calcolo a trazione
$\epsilon_{yd} =$	0.190%	MPa Deformazione a snervamento per trazione

**Resistenze di Calcolo - SLE**

$\gamma_s =$	1.00	Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo
$f_{yd} =$	450.00	MPa Resistenza di Calcolo a trazione
$\epsilon_{yd} =$	0.218%	Deformazione a snervamento per trazione
$\sigma_s =$	360.00	MPa Deformazione a snervamento per trazione

## 9 ANALISI DEI CARICHI

Le azioni sulle opere di sostegno sono state valutate in conformità alle NTC 2018, alla Circolare esplicativa n.7 del 21/01/2019, sia per quanto riguarda la fase statica che quella sismica.

Oltre a considerare il peso proprio degli elementi portanti e portati e la spinta delle terre, nel calcolo strutturale si è tenuto conto:

- dell'incremento di spinta conseguente al carico variabile da traffico veicolare;
- dell'azione sismica.

### 9.1 CARICO ACCIDENTALE (Q1)

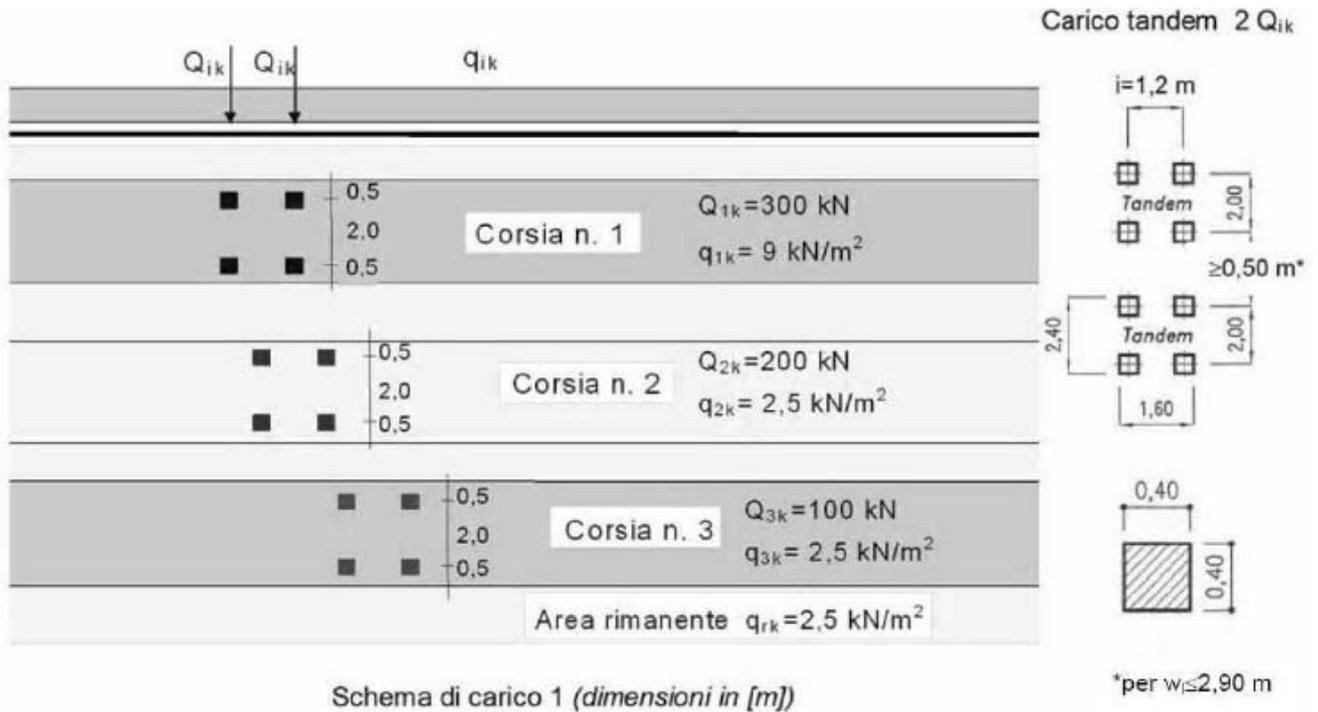
Le azioni variabili del traffico, comprensive degli effetti dinamici, sono costituite da carichi concentrati ( $Q_{ik}$ ) e da carichi uniformemente distribuiti ( $q_{ik}$ ). Poiché il calcolo delle opere di contenimento viene effettuato considerando una sezione trasversale di lunghezza unitaria è necessario ripartire i carichi concentrati in direzione longitudinale. Per le opere di contenimento viene calcolato il sovraccarico uniformemente distribuito sul rilevato considerando l'accidentale definito al punto 5.1.3.3.5 NTC 2018 e punto 5.1.3.3.5.1 Circolare esplicativa n.7 del 21/01/2019 e calcolando la ripartizione in base all'altezza del paramento. A partire dall'impronta di 3 x 2.2 m prevista dalla normativa per il carico tandem si effettua una diffusione a 45° fino alla base del paramento ottenendo la lunghezza longitudinale ( $L_c$ ) di muro collaborante per tale schema. Quindi, su ogni corsia, si applicherà un carico distribuito pari alla somma del carico  $q_{ik}$  e del  $Q_{ik}$  ripartito su una impronta di 3 x  $L_c$ .

In ogni caso, si assumerà un valore minimo del carico stradale pari a 20 kN/mq :

I carichi mobili per ponti di prima categoria che consistono in colonne di carico della seguente intensità:

Posizione	Carico Asse	$Q_{ik}$ [kN]	$q_{ik}$ [kN/mq]
Corsia Numero	1	300	9.00
Corsia Numero	2	200	2.50
Corsia Numero	3	100	2.50
Altre corsie		0.00	2.50

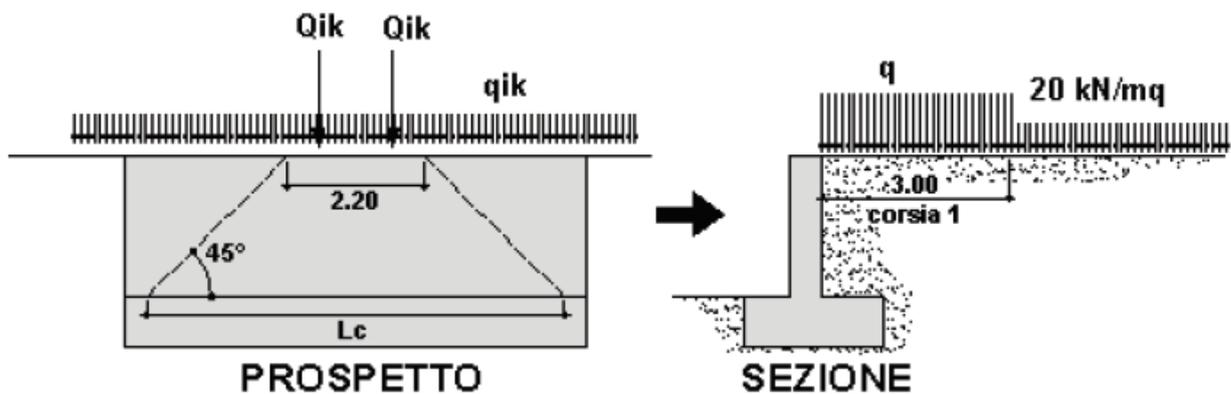
La distribuzione, gli interassi tra le forze concentrate e gli ingombri delle colonne di carico sono riportate nella figura seguente.



Considerata la tipologia di opera, costituita da paramenti di limitata altezza la verifica viene eseguita considerando il sovraccarico convenzionale della corsia n.1.

A partire dall'impronta di  $3 \times 2,2$  m prevista dalla normativa per il carico tandem si effettua una diffusione a  $45^\circ$  fino alla base del paramento ottenendo la lunghezza longitudinale ( $L_c$ ) di muro collaborante per tale schema. Quindi, su ogni corsia, si applicherà un carico distribuito pari alla somma del carico  $q_{ik}$  e del  $Q_{ik}$  ripartito su una impronta di  $3 \times L_c$ .

In ogni caso, si assumerà un valore minimo del carico stradale pari a  $20$  kN/mq :



33-Schema di diffusione dei carichi mobili

## 10 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni considerate ai fini del progetto tengono in conto le azioni derivanti dai pesi propri, dai carichi permanenti, dalle azioni variabili, dalle azioni termiche e dalle azioni sismiche combinate utilizzando i coefficienti parziali previsti per le prestazioni di SLU ed SLE.

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 delle N.T.C. 2018. Queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle N.T.C. 2018 in § 2.6.1, Tab.2.6.1.

**Tabella 2.6.1** – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup>Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

**Tabella 2.5.1 – Valori dei coefficienti di combinazione**

<b>Categoria/Azione variabile</b>	<b><math>\Psi_{0j}</math></b>	<b><math>\Psi_{1j}</math></b>	<b><math>\Psi_{2j}</math></b>
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

35-Coefficienti di combinazioni NTC2018

## 11 PARAMETRI DI VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

La vita nominale di un'opera strutturale (VN), è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Ai fine delle valutazioni delle azioni sismiche che verranno eseguite si adotterà:  $VN = 50$  anni (categoria 2)

Il D.M. 17gennaio 2018 prevede quattro categorie di classi d'uso Per l' opera in oggetto si considera una Classe II.

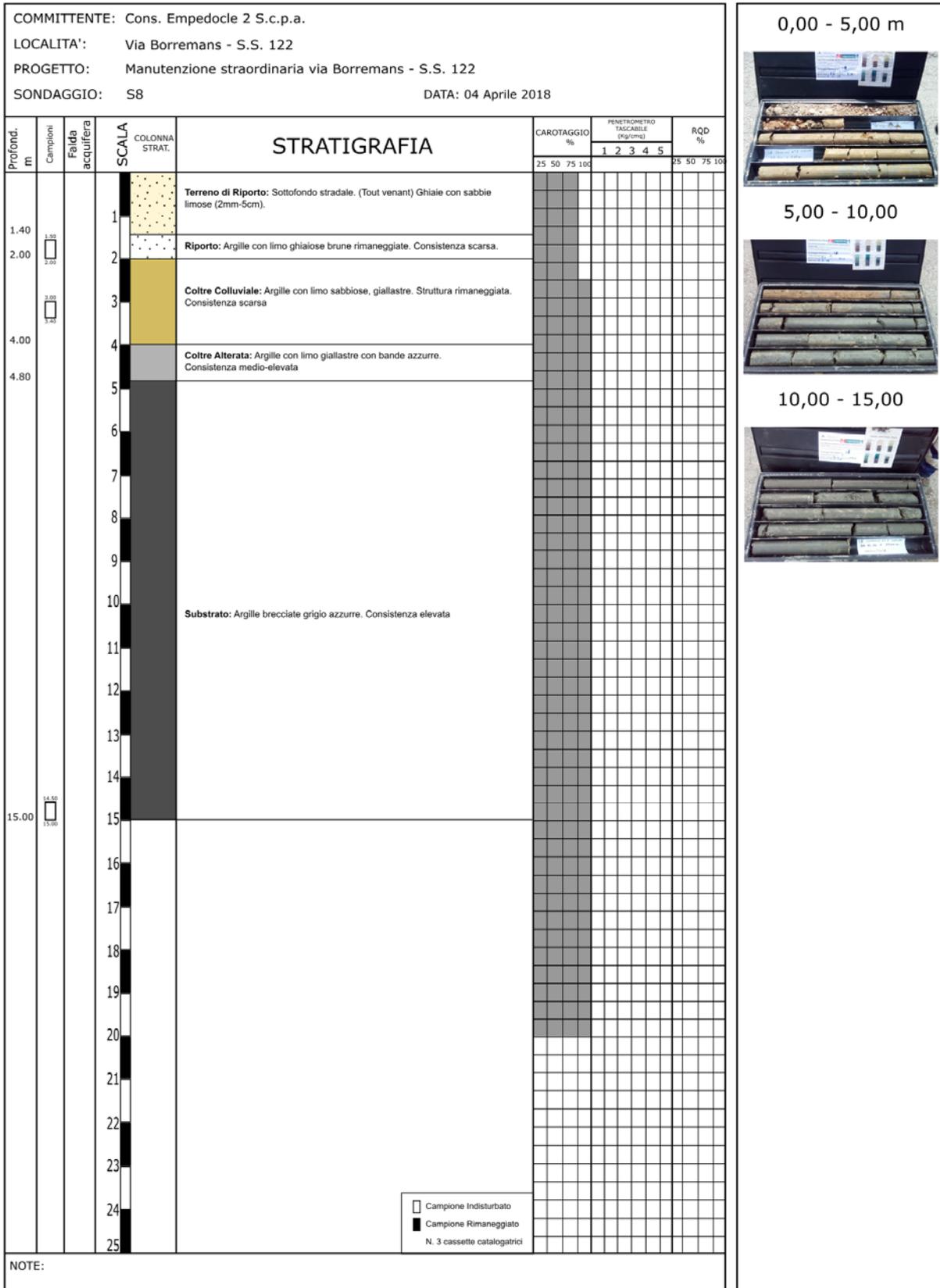
Per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, deve essere basata su studi specifici di risposta sismica locale esistenti nell'area di intervento.

Dalle prove eseguite risulta che i terreni di fondazione risultano appartenere alla categoria C :

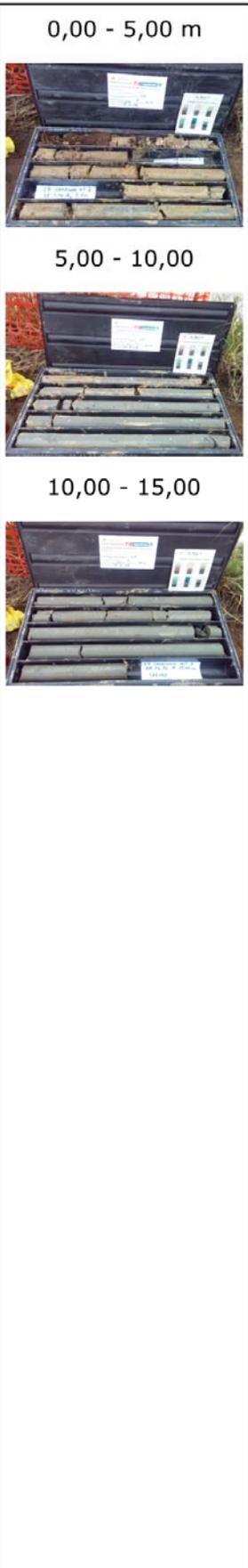
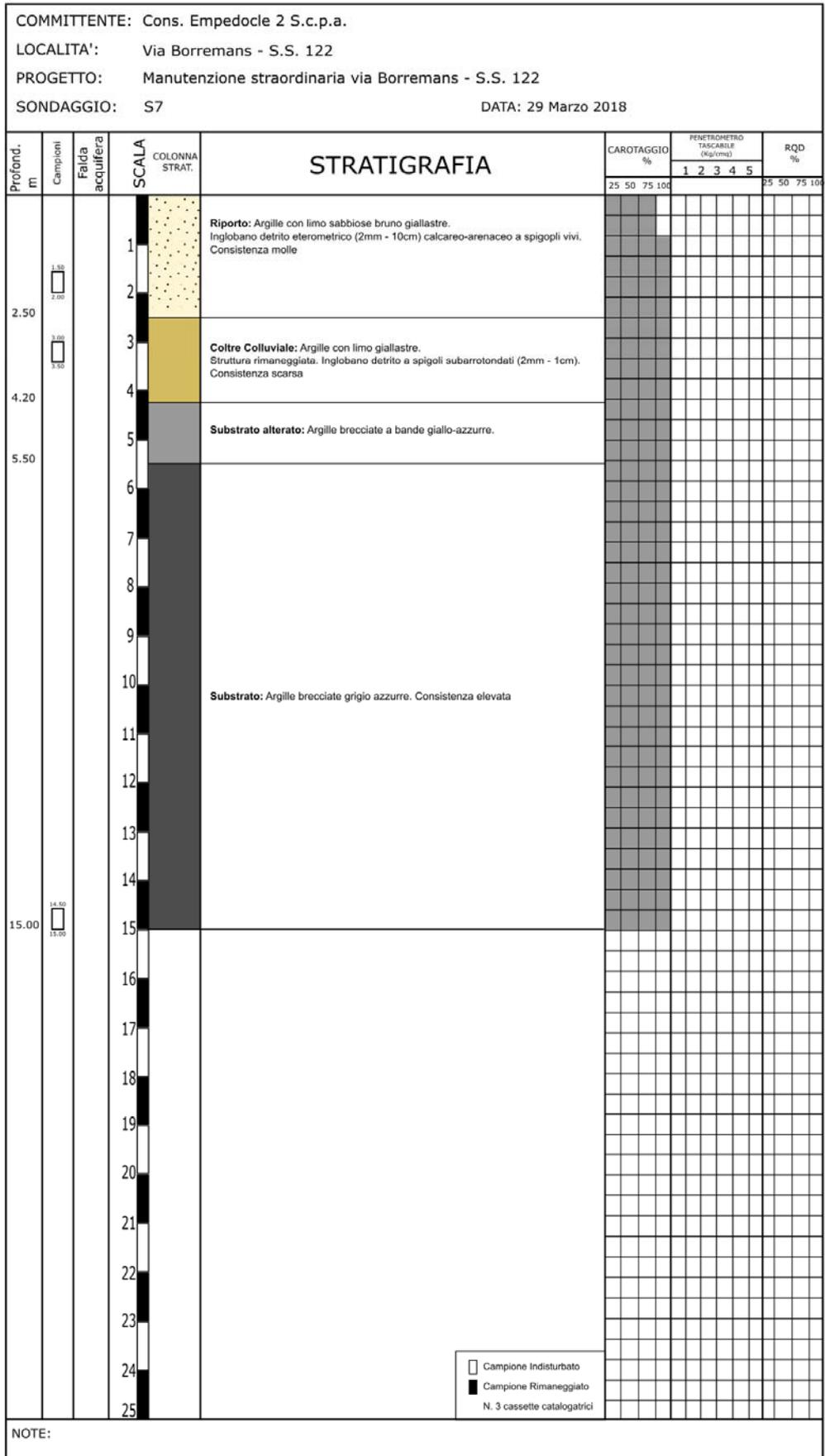
“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità”.

Per poter tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $ST=1.2$

12 ALLEGATI – STRATIGRAFIE



LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA



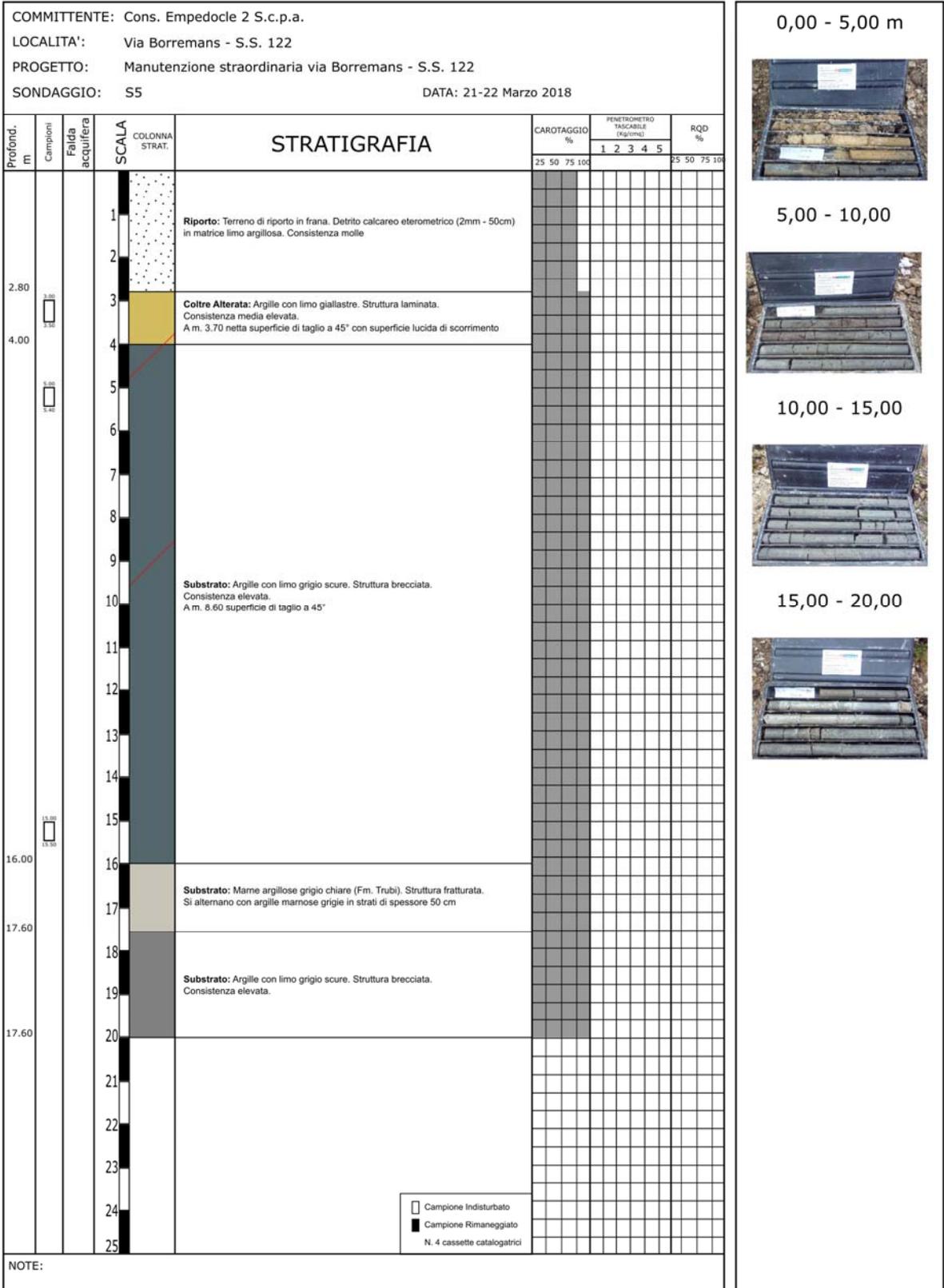




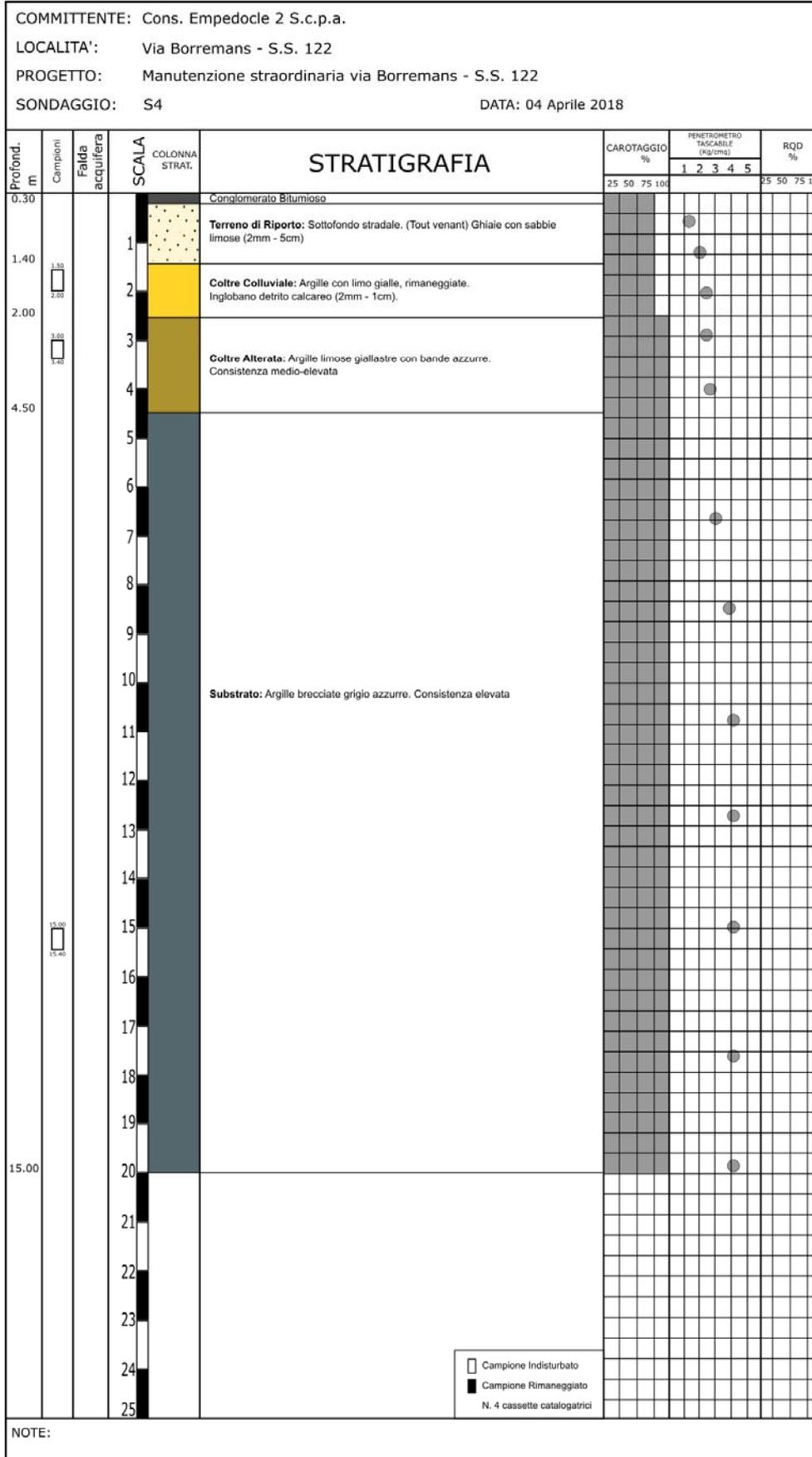
LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

COMMITTENTE: Cons. Empedocle 2 S.c.p.a. LOCALITA': Via Borremans - S.S. 122 PROGETTO: Manutenzione straordinaria via Borremans - S.S. 122 SONDAGGIO: S5A DATA: 20-21 Marzo 2018																	
Profond. m	Campioni	Falda acquifera	SCALA	COLONNA STRAT.	STRATIGRAFIA	CAROTAGGIO %					PENETROMETRO TASCABILE (kg/cm <sup>2</sup> )					RQD %	
						25	50	75	100	1	2	3	4	5	25	50	75
0.50					Terreno agrario												
			1		<b>Coltre Alterata:</b> Argille con limo giallastre alterate ed ossidate. Struttura caotica. Consistenza media (pp 1.50). A m. 1.30 piano di taglio a 45° con superficie liscia di scorrimento. Presenza di cristallini di gesso autigeno.												
2.60			2														
			3														
4.00			4														
			5														
			6		Argille con limo grigio scure. Struttura sottilmente stratificata. Presenza di cristallini di gesso autigeno. Consistenza medio elevata (pp 4-5). A m. 3.10 piano di taglio a 30°. A m. 5.00 struttura brecciata. A m. 6 intensa fratturazione e consistenza scarsa. A m. 8.00 assumono colorazione azzurra.												
			7														
			8														
			9														
			10														
11.30			11														
			12		Argille marnose grigio chiare (Fm. Trubi) a struttura scagliettata.												
12.20			13		Alternanza di marni grigio chiare ed argille marnose.												
13.00			14														
			15														
			16		<b>Substrato:</b> Argille grigio scure brecciate. Consistenza elevata.												
			17														
			18														
			19														
20.00			20														
			21														
			22														
			23														
			24														
			25														





LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA







LAVORI DI RISANAMENTO DELLA VIA BORREMANS DEL COMUNE DI CALTANISSETTA

