

Valenti Giuseppe

Cont. Cinghiale
Di Mareo Stamp
E. Cinghiale
provenna pronic

EUDO CEFALA
società Agricola Semplice
C.da Scariavacca, s.n.
99030 Mezzojuso (PA)
Tel. 09949990823

Messa Barbara Vietri

Margherita Luccie
pe Conone Cecile



PER RICEVUTA
PROTOCOLLO N. 05 APR 2017
P. 6261

GEOLOGO DOTT. STEFANO FERRO

PROF. ING. GIANFRANCO MARCHI



V.	DATA	EMISSIONE DESCRIZIONE	FB REDATTO	GM CONTROLLATO	GM APPROVATO
	29/07/2016				

 **ENSER**_{srl}
SOCIETÀ DI INGEGNERIA

Raccarini, 29 - 48018 FAENZA (RA) tel. 0546-663423 - fax 0546-663428
Zacconi, 16 - 40127 BOLOGNA (BO) tel. 051-245663
Andrea Costa, 115 - 47822 SANTARCANGELO DI ROMAGNA (RN) tel. 0546-663423
Ingegneria@enser.it - www.enser.it - P.E.C.: ensersrl-ra@legalmail.it



FASE DI PROGETTAZIONE:
**PROGETTO
ESECUTIVO
DI DETTAGLIO**

COMMITTENTE:	Bolognetta S.c.p.a.		CODICE LAVORO	S15022						
	LAVORO:	COMUNE DI VILLAFRATI (Provincia di Palermo)	CODICE ELABORATO	S	1	5	0	2	2	F
ELABORATO			RE	010						
TOLO:	AREA 2 RELAZIONE TECNICA									

INDICE

INDICE.....	1
1 PREMESSA.....	3
1.1 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	5
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
3 ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	6
4 SIMBOLOGIA.....	6
5 INDIVIDUAZIONE DELL'AREA E VINCOLI.....	7
5.1 UBICAZIONE AREA.....	7
5.2 VINCOLI.....	9
6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA.....	15
6.1 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA.....	15
6.2 AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO.....	15
7 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	17
7.1 Posa in opera dei materiali.....	17
7.2 Opere di regimazione delle acque.....	17
7.3 Sistemazione finale dell'area.....	18
7.4 Volumi.....	18
8 GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA.....	24
9 INDAGINI GEOTECNICHE.....	26
10 CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA DEI TERRENI.....	31
10.1 INTERPRETAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE.....	31
10.1.1 Caratteristiche di resistenza in termini di coesione non drenata.....	33
10.1.2 Caratteristiche di deformabilità.....	34
10.2 UNITA' STRATIGRAFICHE.....	35
10.3 CATEGORIA DI SUOLO AI FINI SISMICI.....	37
11 ANALISI E VERIFICHE DI STABILITÀ - CRITERI GENERALI.....	38
11.1 PROGRAMMA DI CALCOLO.....	38
11.2 APPROCCIO PROGETTUALE PER LE VERIFICHE.....	38
11.3 AZIONE SISMICA.....	39
12 VERIFICHE DI STABILITÀ.....	40
12.1 Condizioni di analisi.....	40
12.2 Parametri geotecnici.....	40

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

12.3	Risultati delle verifiche per la sezione E-E.....	40
12.4	Risultati delle verifiche per la sezione F-F	43
13	APPENDICE A: RAPPORTO SULLE PROVE IN SITO.....	45

1 PREMESSA

La presente relazione riguarda il progetto del sito di conferimento “AREA 2” in Comune di Villafrați (Figura 1 e Figura 2) in cui verrà depositato il materiale di scavo proveniente dai lavori di ammodernamento del tratto Palermo-Lercara Friddi; l’obiettivo finale dell’intervento è quello della miglìoria agraria dei terreni.

I terreni oggetto di sistemazione e bonifica sono situati a est dell’abitato di Villafrați in un’area con morfologia concava.



Figura 1: Ubicazione del sito di conferimento

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

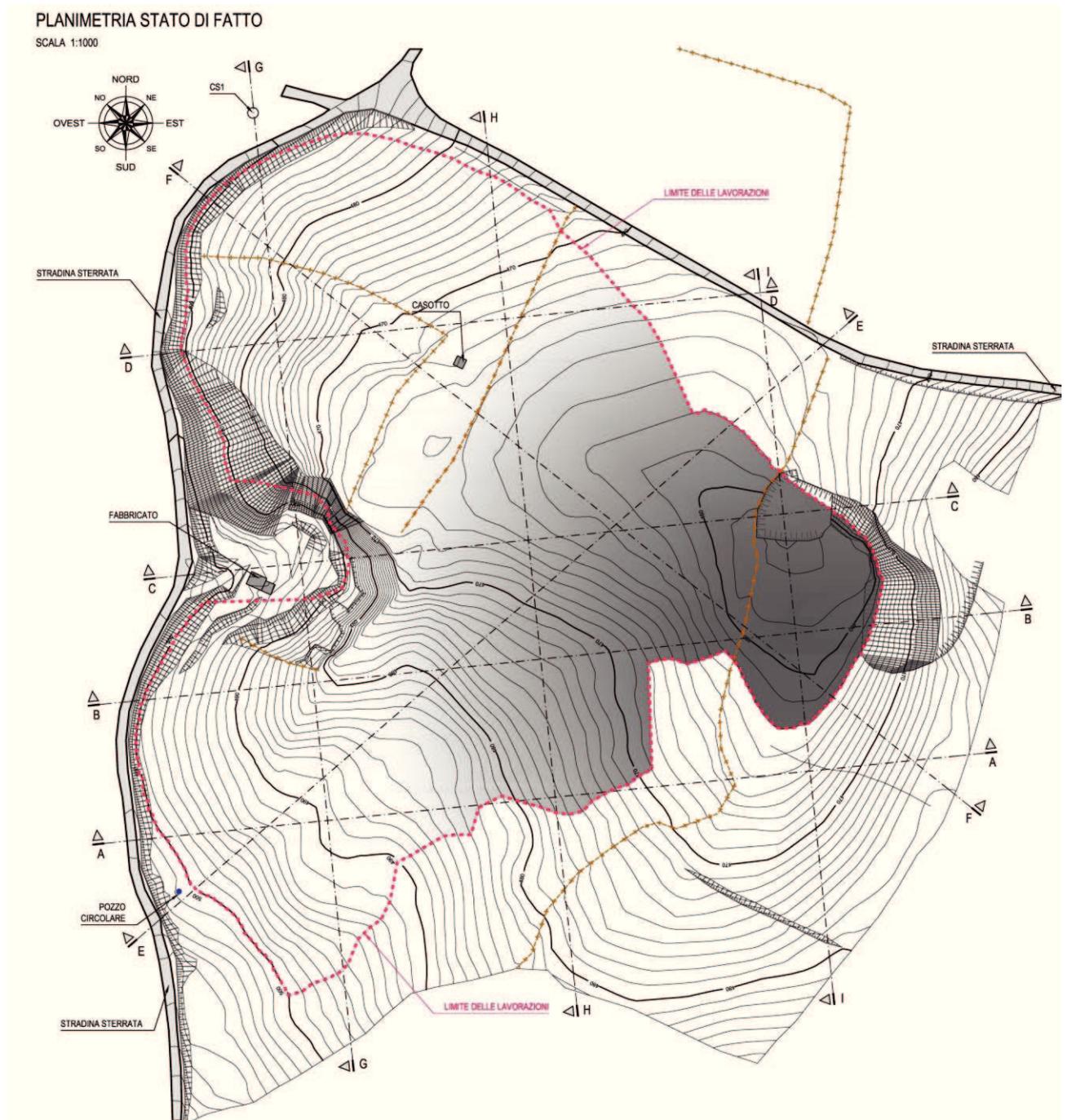


Figura 2: Rilievo topografico dello stato di fatto

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

1.1 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura 3: Veduta d'insieme (foto 1/2)



Figura 4: Veduta d'insieme (foto 2/2)

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- [1] D.M. 14.01.2008 – “Norme tecniche per le costruzioni”.
- [2] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”

3 **ELABORATI DI RIFERIMENTO**

- [3] Elaborati grafici:
 - S15022-F3-TV010: Planimetria stato attuale e progetto.
 - S15022-F3-TV011: Cartografia di inquadramento
 - S15022-F3-TV012: Sezioni di progetto, tavola 1/2
 - S15022-F3-TV013: Sezioni di progetto, tavola 2/2
 - S15022-F3-TV014: Drenaggi. Piante e sezioni
 - S15022-F3-TV015: Drenaggi. Dettagli
- [4] Relazioni:
 - S15022-F3-RE011: Relazione geologica e di svincolo.

4 **SIMBOLOGIA**

La principale simbologia adottata nella descrizione dei diversi parametri geotecnici e di calcolo è riportata nel seguito:

- γ = peso di volume del terreno;
- c_u = coesione in condizioni non drenate;
- ϕ = angolo di resistenza al taglio in condizioni drenate;
- c' = coesione in condizioni drenate;

Il pedice con il suffisso “,k” indica il valore caratteristico del parametro di resistenza al taglio considerato.

5 INDIVIDUAZIONE DELL'AREA E VINCOLI

Nella tavola S15022-F3-TV011 è individuata l'ubicazione dell'area di intervento sia rispetto alla cartografia CTR che catastale ed inoltre sono riportati i vincoli risultanti dagli strumenti di pianificazione urbanistica.

5.1 UBICAZIONE AREA

Di seguito si riporta l'ubicazione dell'area sul CTR e mappa catastale.

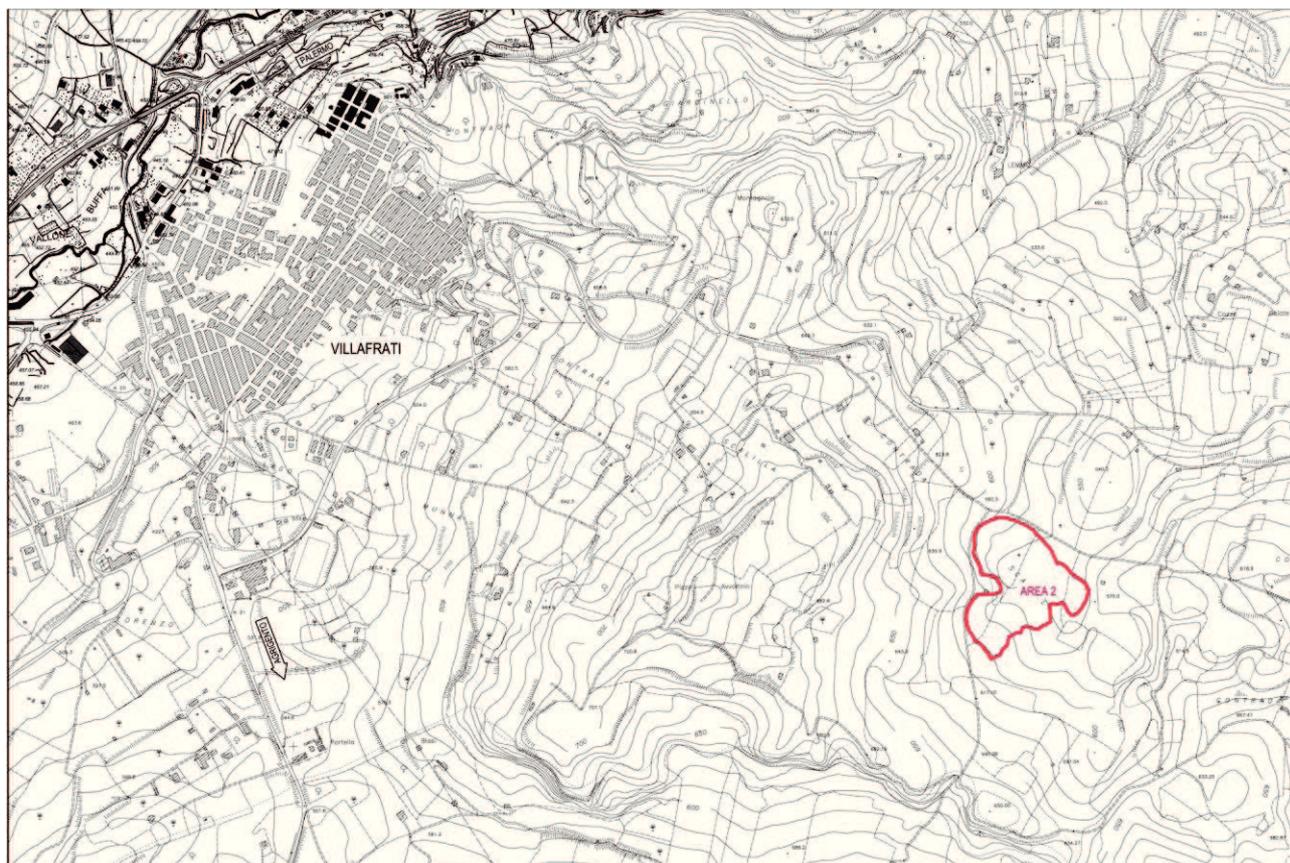


Figura 5: Ubicazione area su CTR

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafrați-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

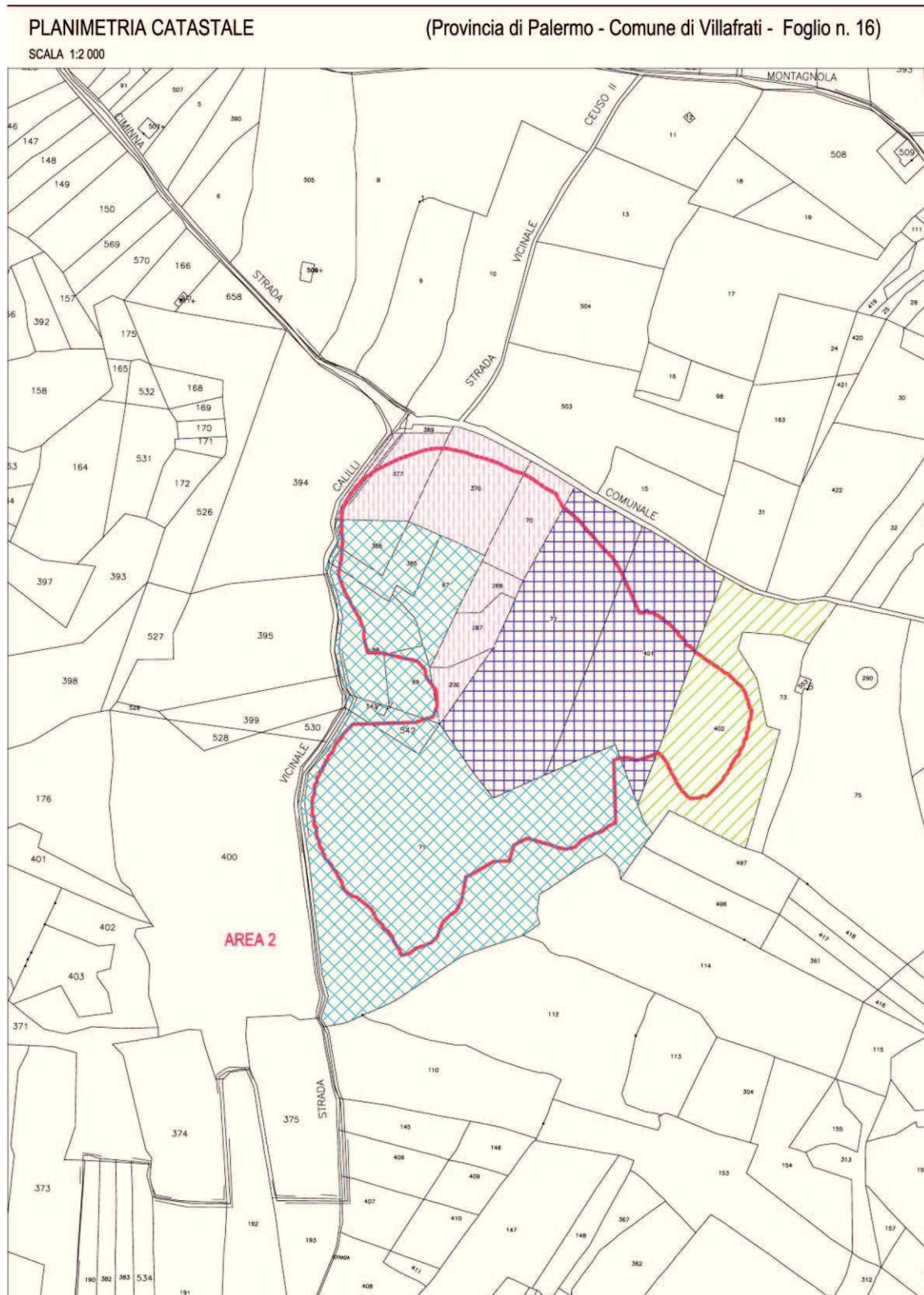


Figura 6: Ubicazione area su mappa catastale

5.2 VINCOLI

Di seguito si riporta l'ubicazione dell'area sulle cartografie di PRG da cui risultano i seguenti vincoli:

- USO DEL SUOLO: Seminativo e pascolo + colture specializzate
- VINCOLI DI TUTELA ECOLOGICA.
- CARATTERI AMBIENTALI, PAESISTICI ED ARCHITETTONICI: Area di interesse ambientale a geomorfologia prevalentemente ondulata + Doline
- USO DEL SUOLO: E1 verde agricolo

Inoltre si riporta anche uno stralcio della cartografia relativa alla pericolosità e al rischio geomorfologico del Piano straordinario per l'assetto idrogeologico (PAI) del Bacino del Fiume Milicia.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

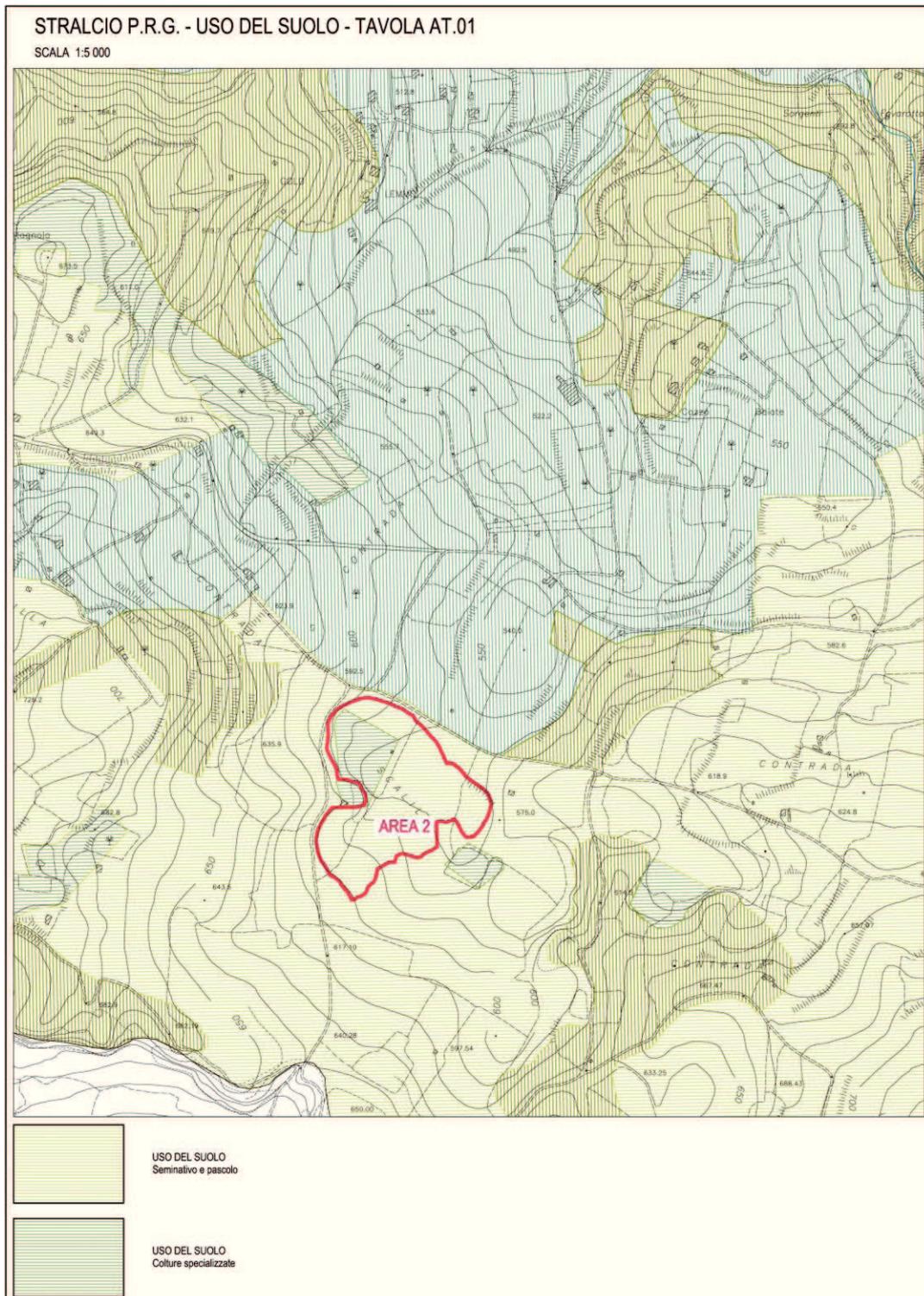


Figura 7: USO DEL SUOLO: Seminativo e pascolo + colture specializzate

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

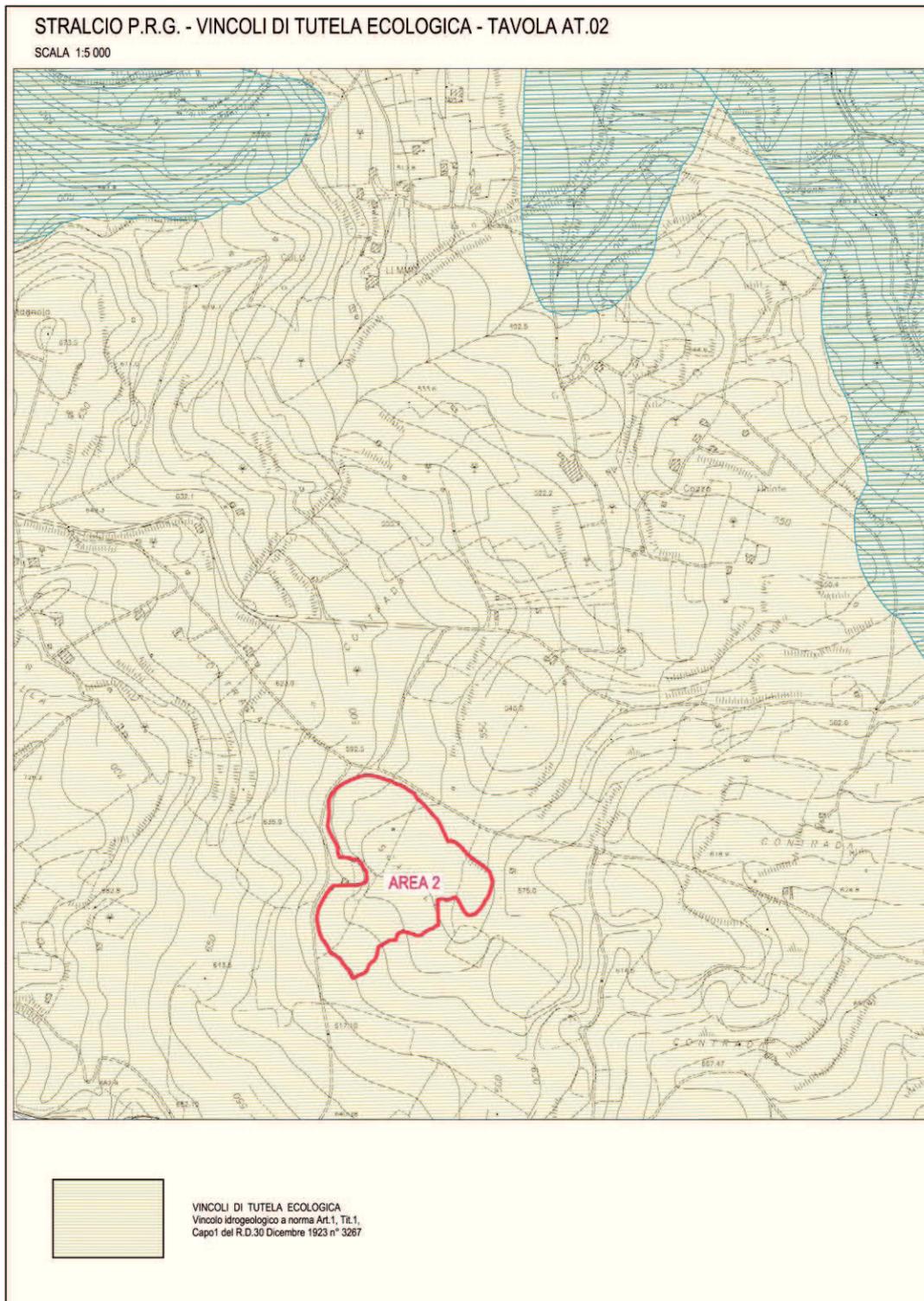


Figura 8: VINCOLI DI TUTELA ECOLOGICA

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

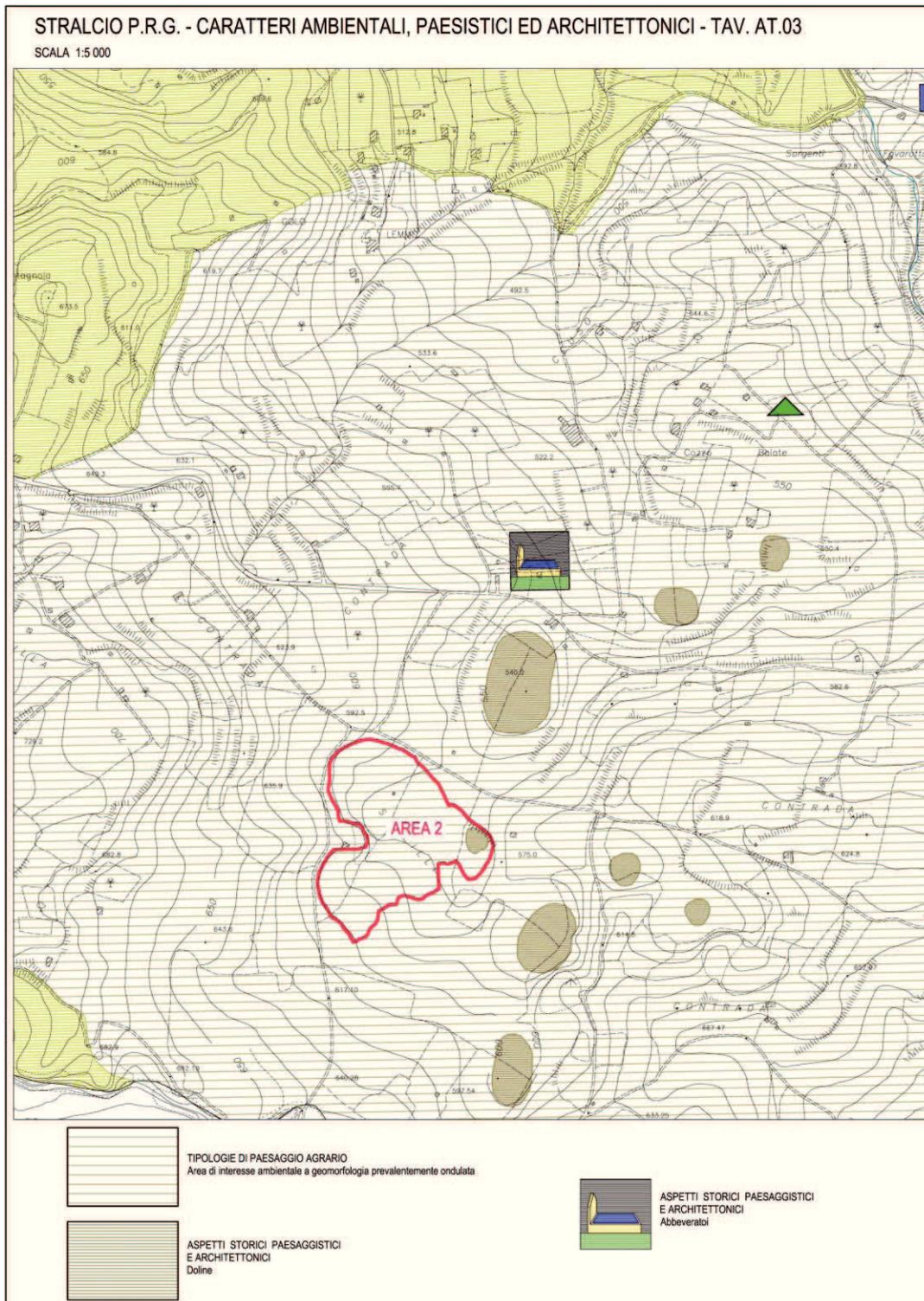


Figura 9: CARATTERI AMBIENTALI, PAESISTICI ED ARCHITETTONICI: Area di interesse ambientale a geomorfologia prevalentemente ondulata + Doline

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

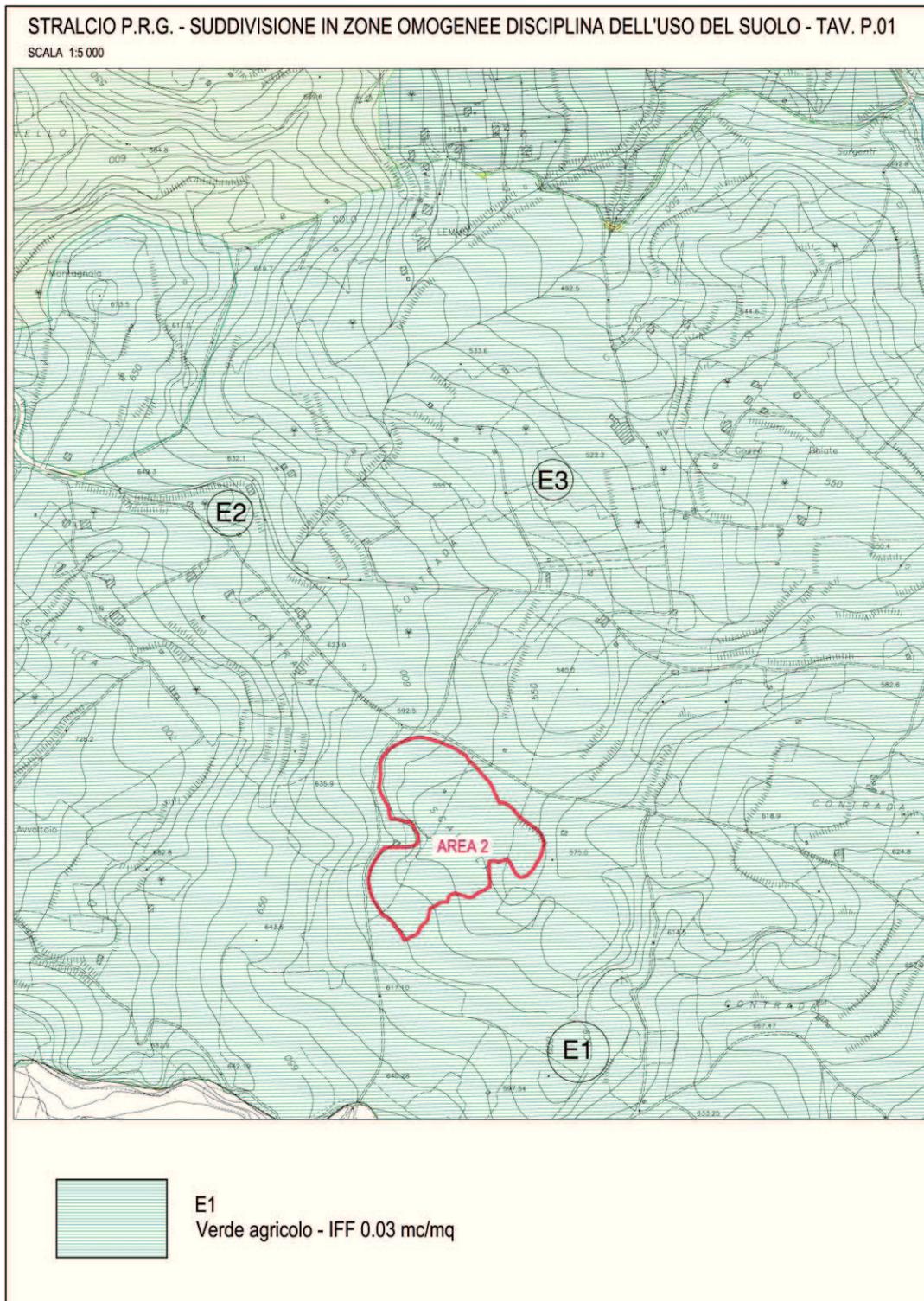


Figura 10: USO DEL SUOLO: E1 verde agricolo

PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) CARTA DELLE PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO

SCALA 1:5 000

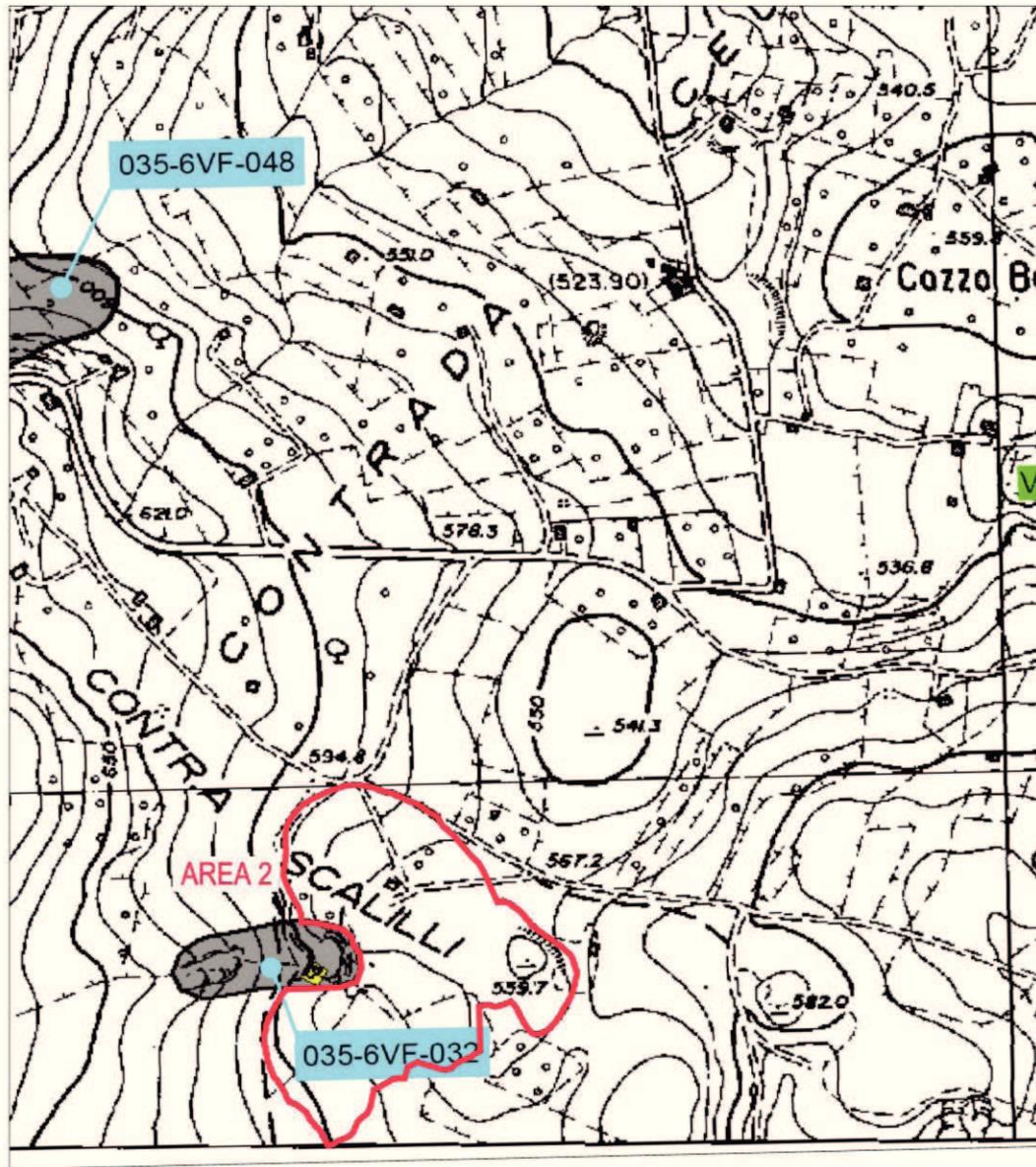


Figura 11: Stralcio della cartografia relativa alla pericolosità e al rischio geomorfologico del Piano straordinario per l'assetto idrogeologico (PAI) del Bacino del Fiume Milicia.

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

6.1 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

La progettazione dell'opera farà riferimento a:

- vita nominale: $V_N = 50$ anni
- classe d'uso: IV

da cui risulta:

- coefficiente d'uso: $C_U = 2.0$
- periodo di riferimento per l'azione sismica: $V_R = V_N \times C_U = 100$ anni

6.2 AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO

Il calcolo delle azioni sismiche, di seguito descritte, viene condotto nel rispetto delle "Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008" e s.m.i.

Le coordinate geografiche di riferimento (secondo sistema ED50) per l'opera in esame sono:

Longitudine: 13.505256
Latitudine: 37.901633

Tabella 1: Parametri sismici per la definizione dello spettro di progetto.

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	60	0.059	2.373	0.263
SLD	101	0.074	2.382	0.277
SLV	949	0.176	2.497	0.322
SLC	1950	0.221	2.549	0.333

Per le analisi in condizioni sismiche è stato preso a riferimento lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e la categoria di sottosuolo C (vedi §10.3) si hanno pertanto i seguenti parametri:

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.176 g
F_o	2.497
T_C^*	0.322 s
S_s	1.437
C_C	1.526
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.437
η	1.000
T_B	0.164 s
T_C	0.491 s
T_D	2.303 s

In sintesi, per le analisi in condizioni sismiche dell'opera in oggetto sono stati utilizzati i seguenti valori:

- categoria di sottosuolo: C
- Coefficiente topografico: $S_T=1.00$
- fattore di sito: $S_s = 1.437$;
- accelerazione orizzontale su sito di riferimento rigido: $a_g = 0.176$ g;
- massima accelerazione su sottosuolo tipo C: $a_{max} = 0.252$ g.

7 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto prevede la sistemazione del terreno conferito riempiendo la parte più depressa dell'area fino alla di un primo terrazzamento alla quota di 462.0 per arrivare alla quota sommitale di 491.0 m e di 500.0 m (Figura 12). I due terrazzamenti alle quota di 491.0 m e 500.0 m sono collegati con il terrazzamento di valle a quota 462.0 m da una scarpata la cui pendenza massima è 21%.

N.B.: le quote di progetto sono espresse in un sistema di riferimento locale, pertanto non sono da intendersi come quote assolute riferite al livello medio del mare.

In Figura 13 è riportata una sezione longitudinale dell'accumulo da cui si evidenzia quanto segue:

- è previsto, prima della posa in opera del terreno di riporto, uno scavo di scotico e bonifica dello spessore di circa 50 cm. Tale materiale di scavo andrà poi ricollocato all'interno dell'abbancamento o utilizzato come terreno vegetale per la sistemazione finale dell'area;
- il terreno di rilevato verrà posto in opera per fasi successive partendo dal basso verso l'alto;
- sono previste trincee drenanti e materassi per la raccolta e lo smaltimento delle acque di infiltrazione e fossi per la regimazione delle acque superficiali (Figura 13+Figura 16). Tutte le acque sono convogliate verso il pozzo drenante "A" (Figura 17) in lamiera ondulata e di diametro 1500 m che immette le acque nel sottosuolo in corrispondenza delle cavità naturali allo stesso modo in cui attualmente avviene lo smaltimento delle acque. E' previsto anche un secondo pozzo di drenaggio (pozzo "B") in corrispondenza dell'affioramento roccioso posto più a monte.

7.1 POSA IN OPERA DEI MATERIALI

In linea di massima i terreni saranno posti in opera per strati sottili di spessore soffice non superiore a 25 cm al fine di ottenere una efficacia compattazione da parte dei mezzi meccanici. Si richiede un numero minimo di passate di rullo dentato da 15 t pari a 4.

7.2 OPERE DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE

Per la regimazione delle acque superficiali sono previsti diversi fossi che convogliano le acque verso il pozzo drenante "A" e "B" posti sulle verticali delle cavità in cui attualmente avviene lo scarico (vedasi le tav. F3-TV-014, F3-TV-015).

I fossi sono previsti rivestiti con geocomposito tipo Macmat che è un antierosivo impermeabile costituito da geostuoia tridimensionale accoppiata ad una guaina estrusa impermeabile.

Per il drenaggio delle acque di infiltrazioni è previsto un materasso drenante con trincea sul piano di posa del rilevato e trincee trasversali. L'acqua raccolta dal sistema di drenaggio viene fatta confluire nel in prossimità del pozzo di drenaggio in lamiera ondulato di diametro $\Phi=1500$ mm.

Sono previsti anche due materassi drenanti all'interno del volume di terreno riportato, uno alla quota di 475.0 m e l'altro a 485.0 m, di spessore 50 cm con tubi drenanti in PVC che scaricano all'interno di un canale drenante in posizione centrale che poi scarica le acque nei fossi superficiali. Tutte le acque raccolte vengono convogliate verso un pozzo di drenaggio in lamiera ondulata di diametro $\Phi=1500$ mm posizionato sulla verticale dell'attuale cavità naturale, allo stesso modo in cui attualmente tutte le acque raccolte dall'intero bacino vengono smaltite.

In aggiunte alle opere di cui sopra durante tutte le fasi di lavoro dovrà essere garantito il deflusso delle acque verso la rete di scolo esistente realizzando fossi provvisori.

7.3 SISTEMAZIONE FINALE DELL'AREA

Al termine della realizzazione del rilevato si procederà al rinverdimento e al contempo alle nuove superfici verrà data una pendenza tale da convogliare le acque verso i fossi.

7.4 VOLUMI

Il volume di riporto è di 340 372 m³ mentre lo scavo di scotico è bonifica da ricollocare nell'area è di 25 300 m³.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



Figura 12: Sistemazione finale dell'area

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

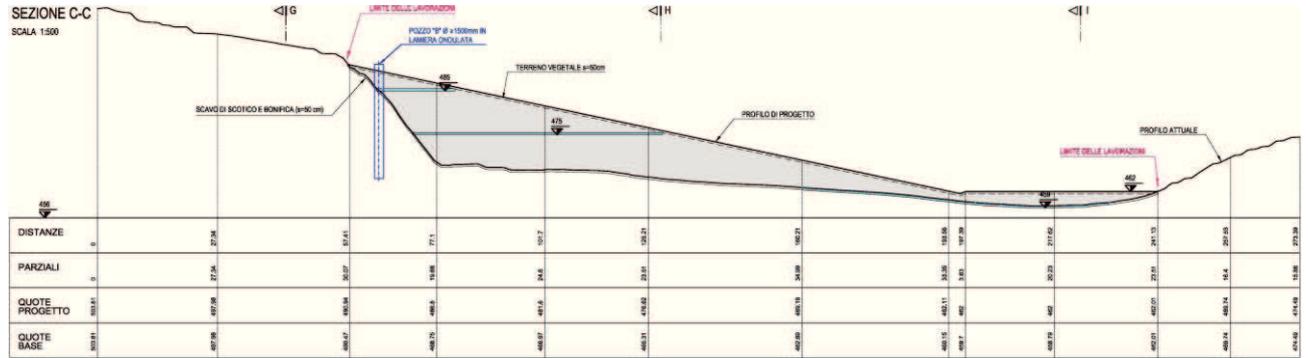


Figura 13: Sezione longitudinale dell'accumulo

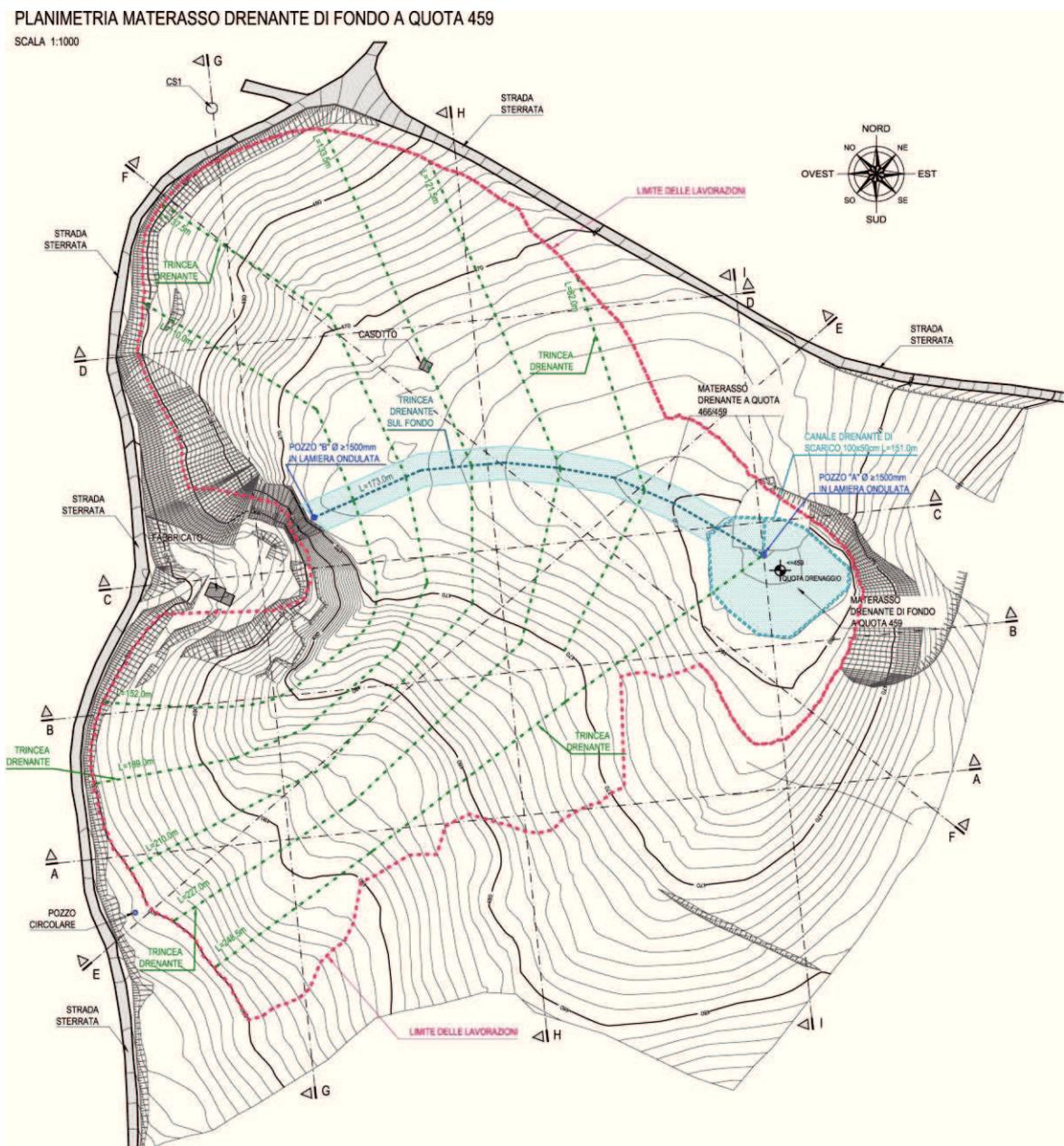


Figura 14: Drenaggio di fondo

PLANIMETRIA MATERASSO DRENANTE A QUOTA 475

SCALA 1:1000

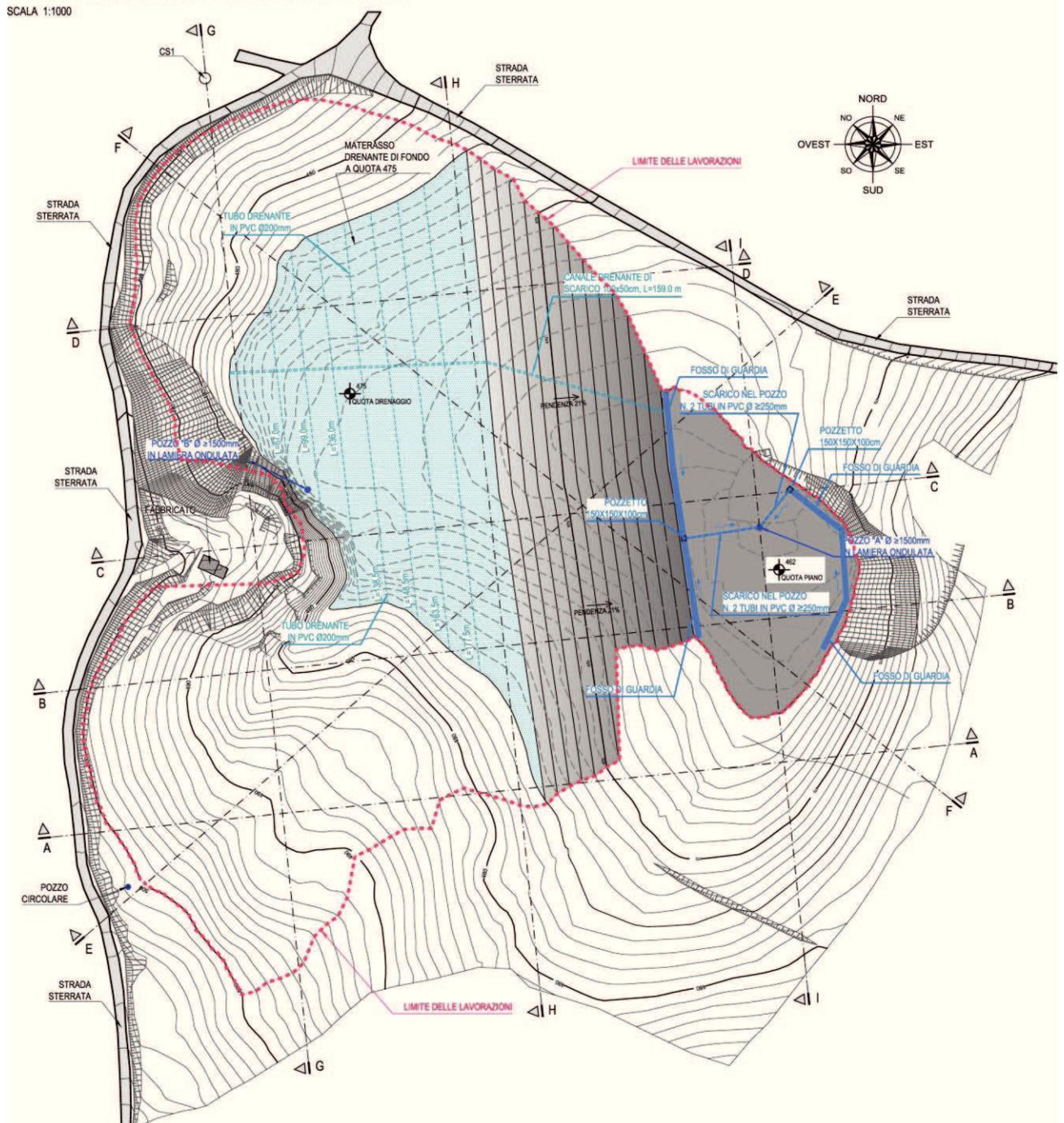


Figura 15: Drenaggio a quota 475.0 m

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

PLANIMETRIA MATERASSO DRENANTE A QUOTA 485

SCALA 1:1000

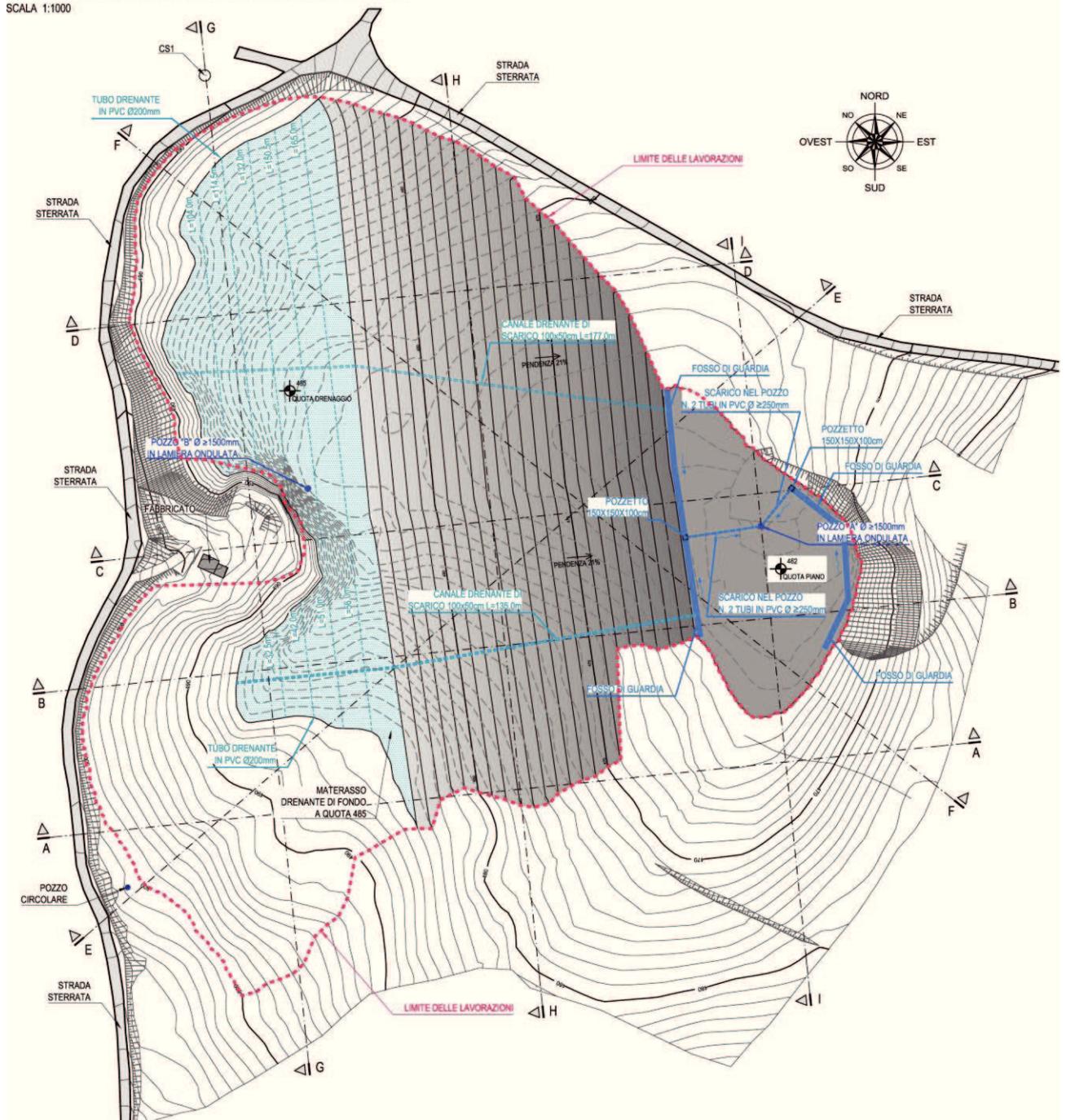


Figura 16: Drenaggio a quota 485.0 m

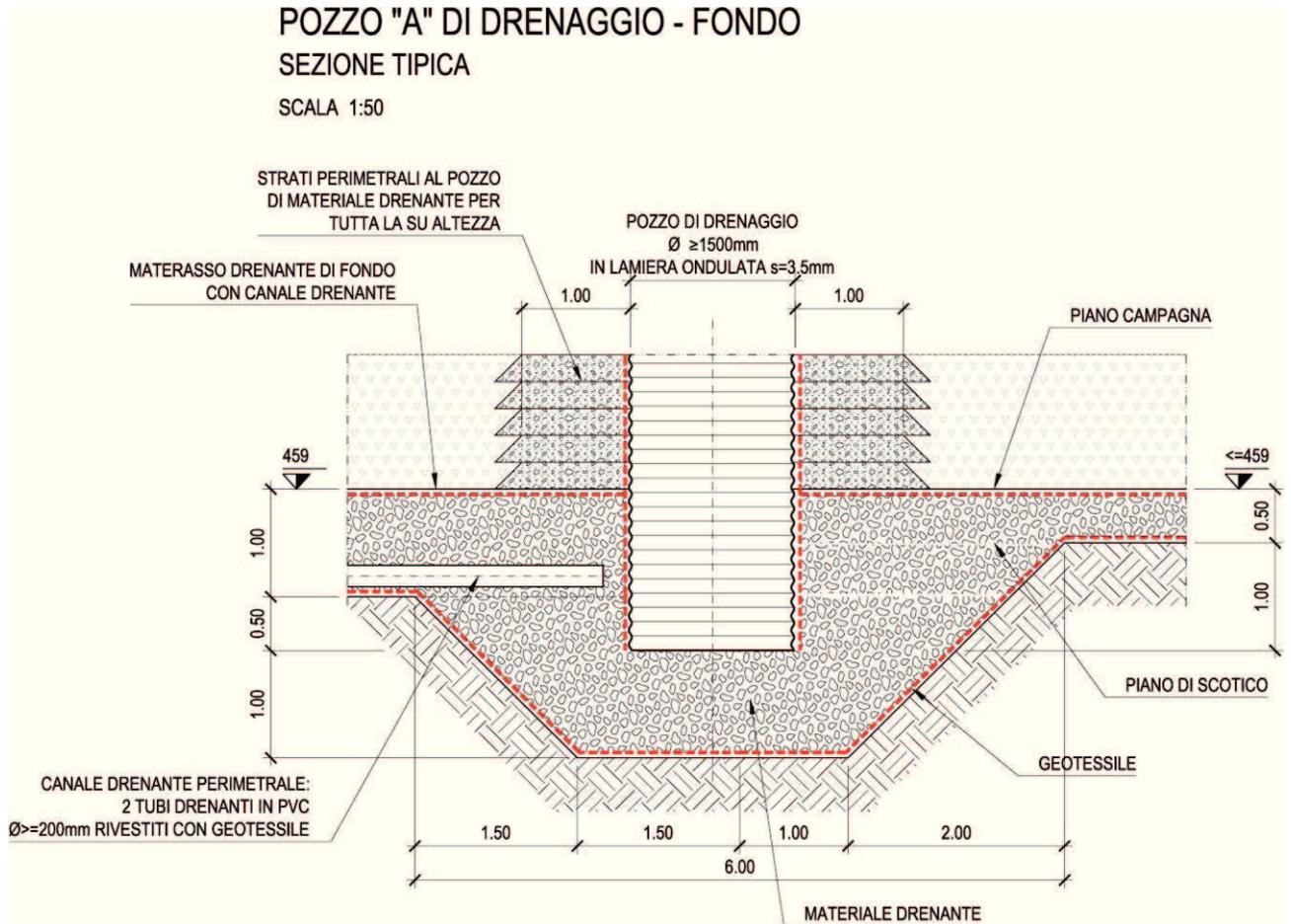


Figura 17: Particolare pozzo di drenaggio

8 GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA

L'area interessata dallo studio si colloca ad est dell'abitato di Villafrati, a quote comprese tra 560 e 600 metri s.l.m., sul fianco di una grande struttura brachisinclinalica, orientata generalmente in senso NW-SE, costituita da sedimenti della successione evaporitica messiniana e dei sovrastanti depositi pliocenici.

In particolare, l'area di intervento si modella sui litotipi della Formazione di Cattolica (GTL₂), generalmente caratterizzati da strati e banchi di gessi macrocristallini, talvolta separati da sottili livelli di marne gessose biancastre o grigiastre e da gessi massivi. Localmente si reperiscono livelli o corpi lenticolari di carbonati evaporitici oppure di laminiti algali.

A livello locale, le indagini geognostiche effettuate indicano la presenza di terreni di copertura eluvio colluviali in spessore da pochi metri fino a 7 a 8 m, con gli spessori massimi localizzati in corrispondenza delle zone più depresse. Tale coltre poggia direttamente sulla sottostante formazione di substrato, in facies inalterata, compatta.

Dal punto di vista morfologico, si segnala, quale elemento distintivo del territorio, la presenza di una serie di forme carsiche superficiali ed in particolare doline e inghiottitoi di varie dimensioni. In particolare, i terreni in oggetto di intervento si collocano in prossimità di un'ampia dolina, formatasi per dissoluzione nel tempo della formazione di substrato.

Per quanto concerne gli aspetti inerenti la stabilità dei terreni e dei versanti in oggetto di intervento, i sopralluoghi in sito confermano le buone condizioni generali di stabilità, fatta salva la presenza di un fenomeno di dissesto localizzato in prossimità del margine SO dell'area di intervento.

Si tratta di un dissesto a carattere superficiale, con coinvolgimento della coltre eluvio-colluviale, che si estende sino a raggiungere la porzione più depressa e pianeggiante della dolina su cui insiste l'intervento. Il movimento quindi ad una naturale stabilizzazione.

A ciò si aggiunge che gli interventi in progetto contribuiranno ulteriormente alla stabilizzazione del fenomeno, sia per effetto dell'abbancamento che verrà realizzato, sia per effetto della regimazione e della bonifica idraulica che si andranno a realizzare.

Relativamente agli aspetti idrogeologici, nell'area i terreni gessosi sono sede di una falda libera funzione dell'ampiezza degli affioramenti e della continuità nel sottosuolo. La circolazione delle acque sotterranee negli ammassi rocciosi evaporitici è condizionata da un'elevata permeabilità per carsismo. Le acque si infiltrano nel sottosuolo principalmente in corrispondenza degli inghiottitoi principali e seguono un percorso sotterraneo più o meno articolato, condizionato dalla presenza di cavità sotterranee. Al contatto con le sottostanti argille verso la Piana di Vicari si osserva una diffusa presenza di piccole risorgenti e pozze temporanee durante i mesi da Ottobre a Maggio. Poche sono le sorgenti perenni e con portate estremamente limitate.

Si segnala che all'atto dei sopralluoghi in sito è stato rilevato un pozzo/cisterna collocato in prossimità del fianco sinistro del movimento franoso precedentemente descritto, con livello di falda misurato a circa 2,5 m dal piano di campagna.

L'analisi delle cartografie di PRG del Comune di Villafraati (PA) evidenzia la presenza di alcuni vincoli gravanti sull'area; in particolare, oltre al vincolo idrogeologico (R.D.L. 30/12/1923) si segnala che l'area risulta di interesse ambientale per la geomorfologia prevalentemente ondulata associata alla presenza di doline. **Relativamente a quest'ultimo elemento, si segnala che gli interventi in progetto garantiranno la continuità idraulica del sistema carsico.** Tutte le acque di superficie saranno infatti convogliate verso un pozzo drenante da realizzarsi in corrispondenza delle cavità naturali al fondo della dolina, consentendo l'infiltrazione e l'assorbimento delle acque nel sottosuolo al pari dell'attuale infiltrazione naturale.

L'area risulta inoltre limitrofa ad un'area **censita nelle carte a rischio idrogeologico e del dissesto idrogeologico** di cui al decreto 4 luglio 2000 dell'Assessorato del Territorio e dell'Ambiente e successive modifiche ed integrazioni sul "Piano straordinario per l'assetto idrogeologico" (PAI) del Bacino Idrografico del Fiume Milicia (Figura 11). In particolare, l'area in dissesto (identificata alla scheda PAI 035-6VF-032) risulta **classificata a pericolosità elevata (P3)**, con problematiche di dissesto legate a fenomenologie di crollo e ribaltamento di volumi rocciosi. In riferimento a tale perimetrazione, **si evidenzia come gli interventi di abbancamento in progetto non vanno ad interferire con l'area censita**, collocandosi immediatamente a valle di essa (Figura 11).

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

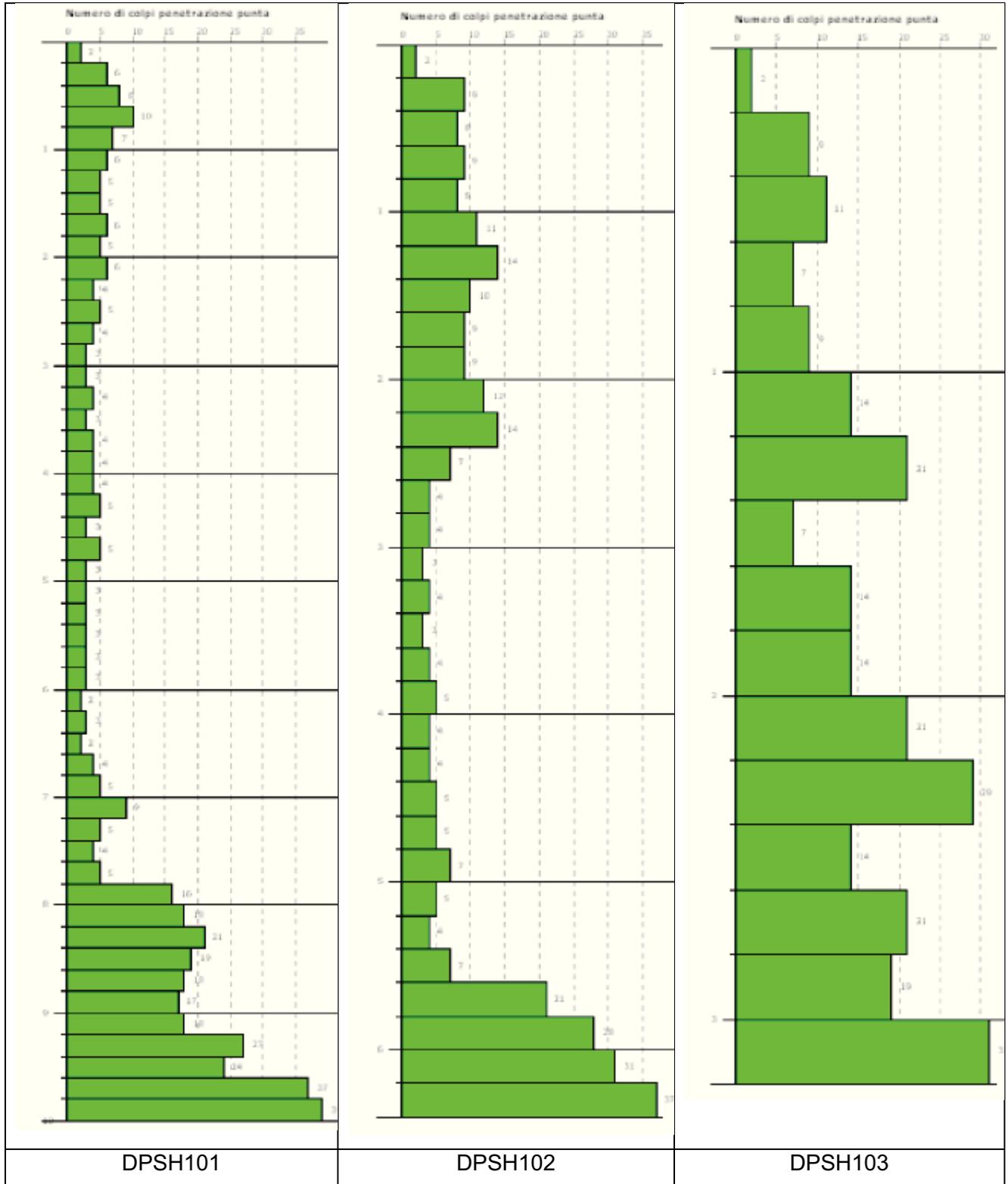
Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

9 INDAGINI GEOTECNICHE

L'area in cui ricade l'intervento in esame è stata oggetto di indagini geognostiche in sito costituite da:

- N. 8 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH) effettuate dal laboratorio LR di Catania.

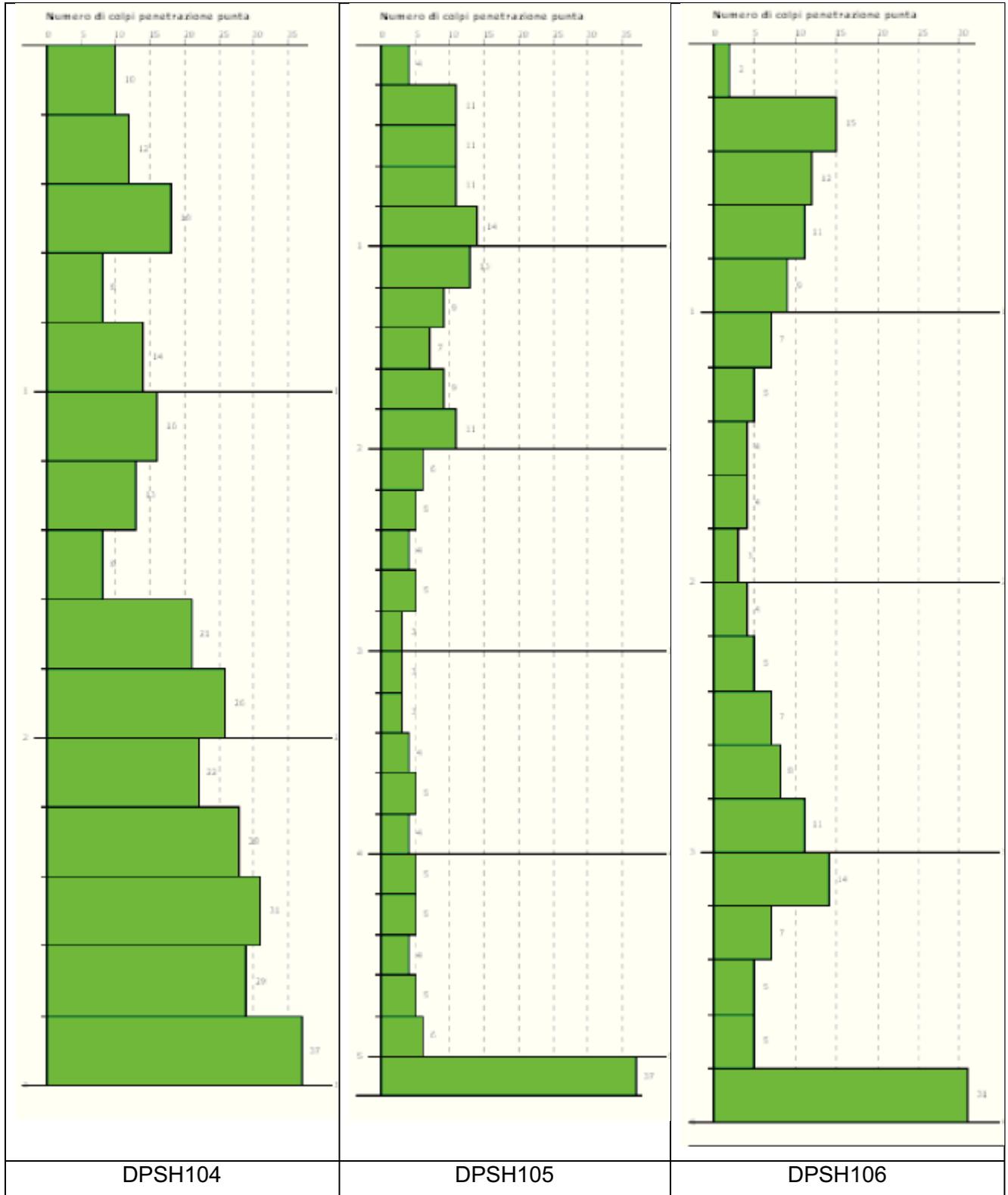
I diagrammi penetrometrici relativi alle prove DPSH sono di seguito riportati mentre in Appendice A si riportano i certificati della Ditta Esecutrice.



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

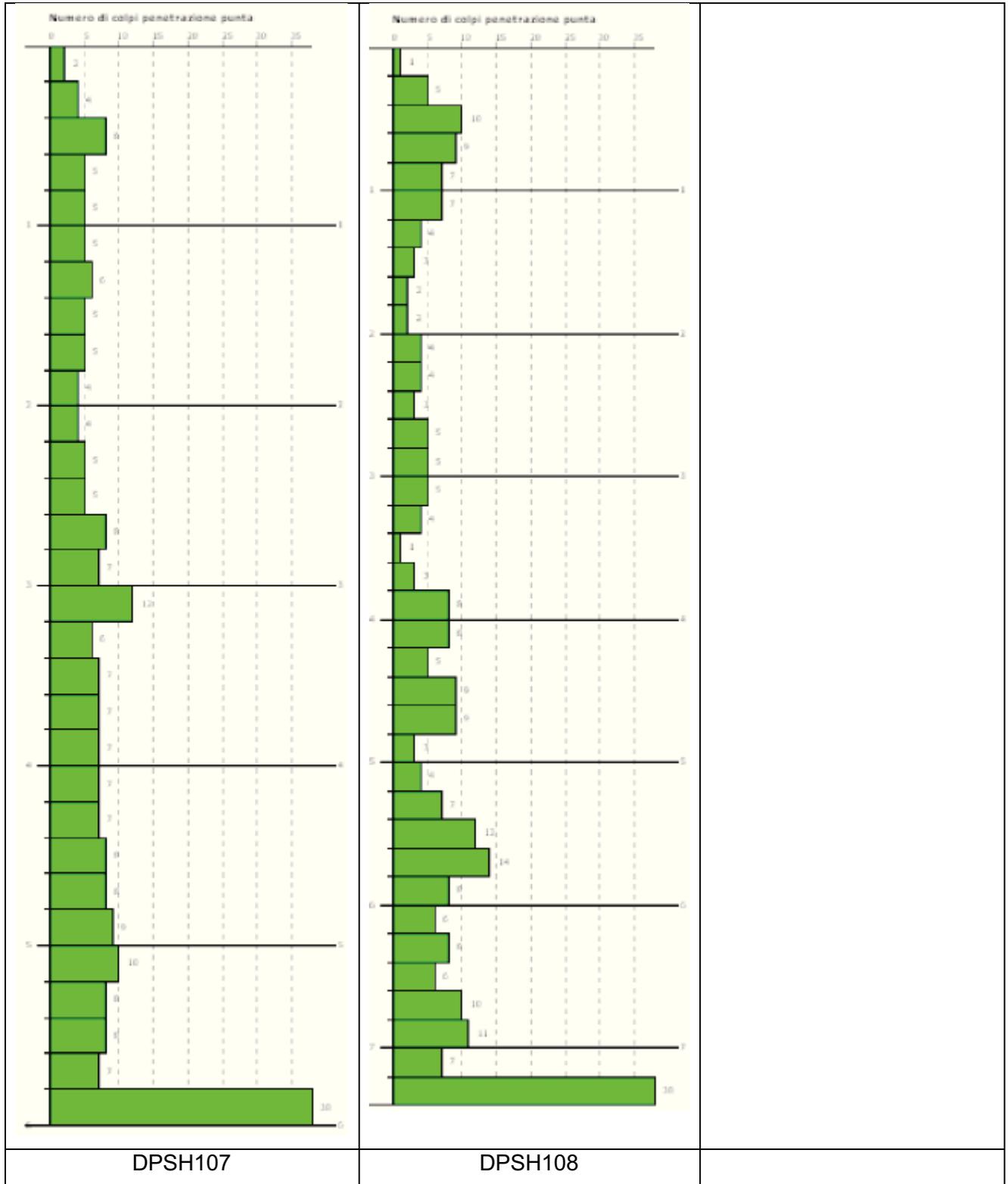
Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



L'andamento del numero di colpi con la profondità consente l'individuazione di tre unità geotecniche:

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

- *Coltre*: eluvio-colluviale argilloso-limosa/sabbiosa, da consistente a molto consistente, fino a profondità massima di 7.8 m da piano campagna con un numero di colpi in genere inferiore a 5;
- *Substrato*: formazione evaporitica di substrato, competente, in cui le prove indicano un numero di colpi superiore a 15.

La planimetria con l'ubicazione delle prove è riportata nella figura seguente.

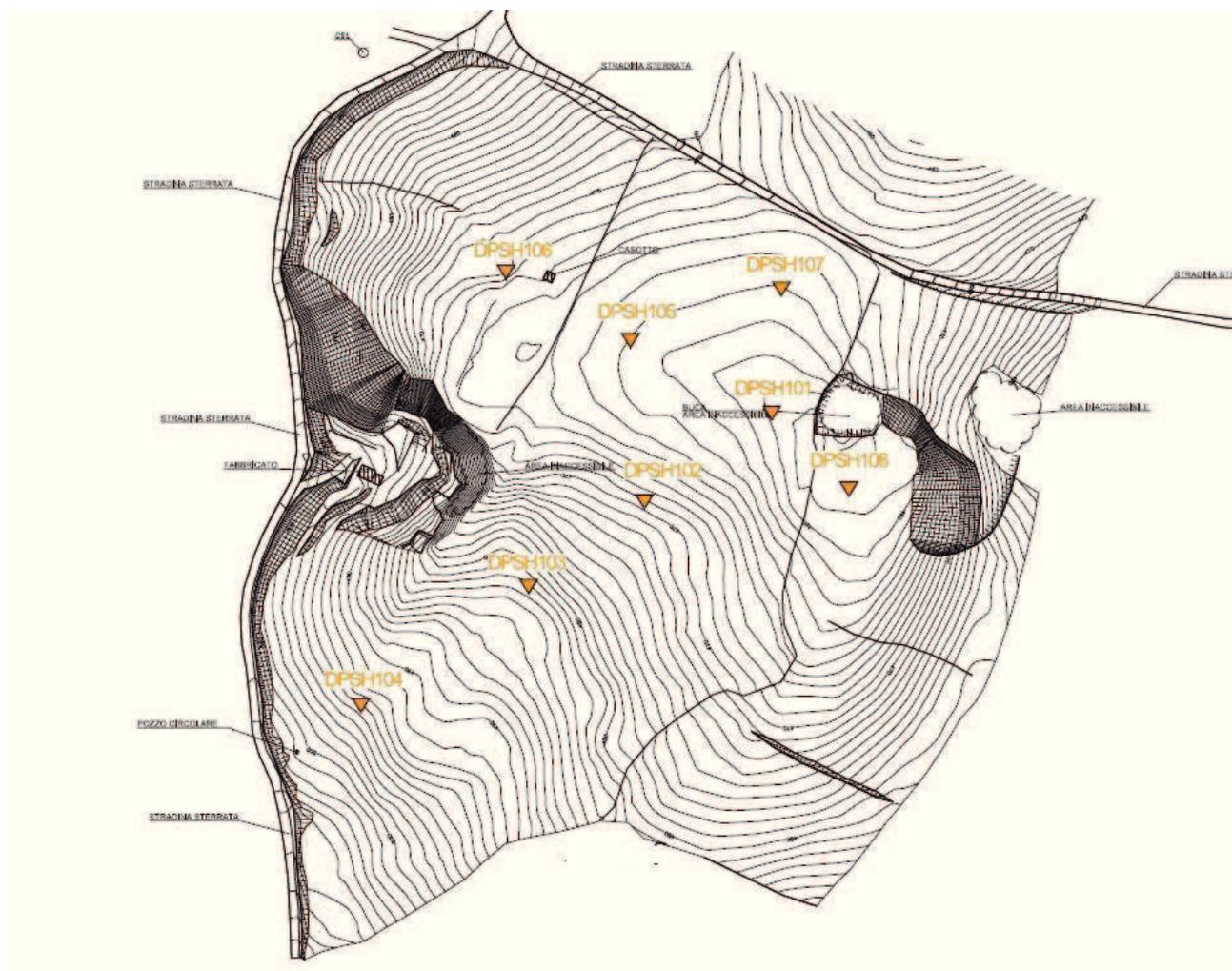


Figura 18: Planimetria prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH).

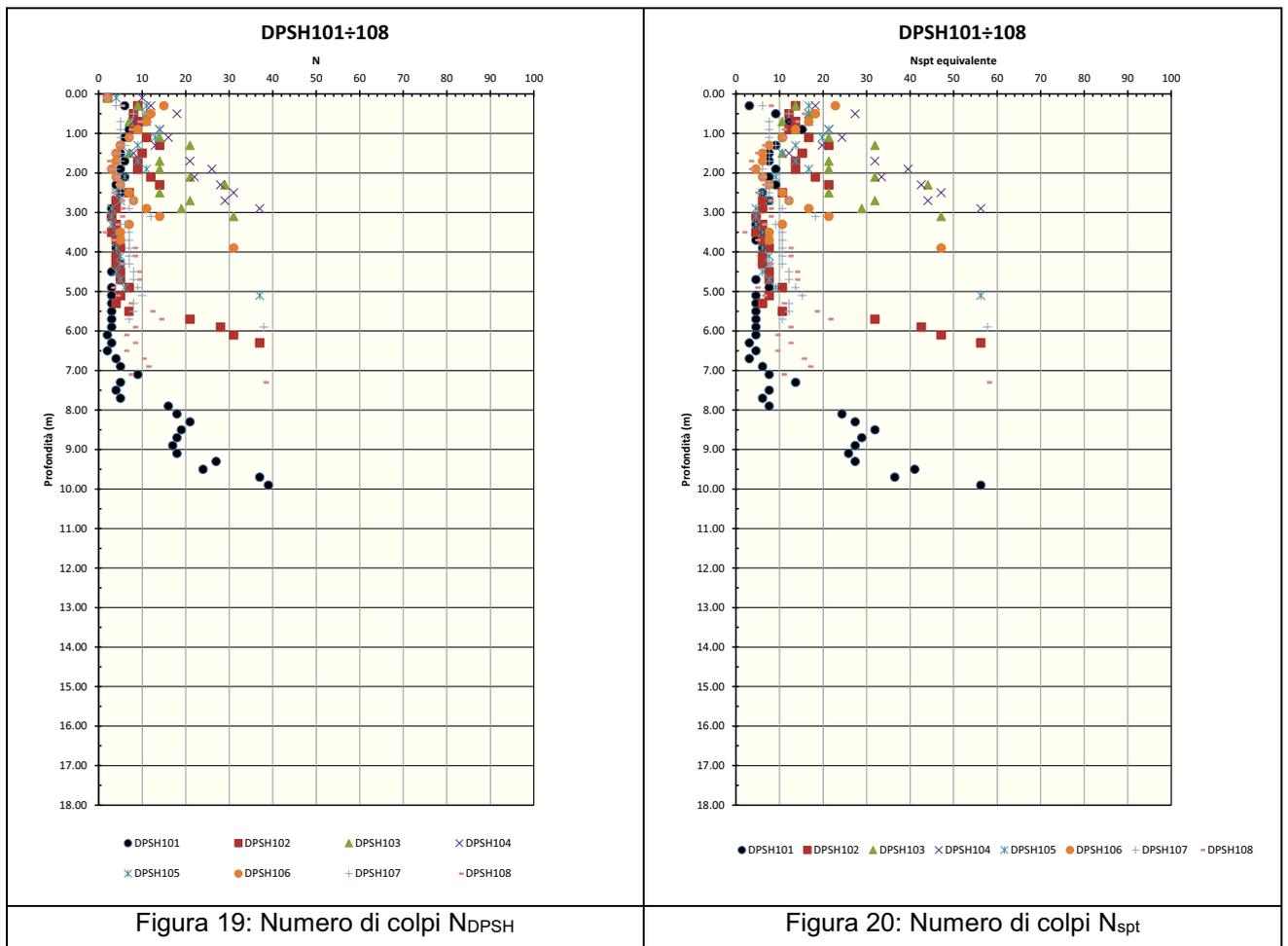
10 CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA DEI TERRENI

Nel seguito verranno interpretate le indagini disponibili, individuate le unità stratigrafiche e definiti i parametri geotecniche di riferimento.

10.1 INTERPRETAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE

Per l'area in esame sono disponibili le prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH101÷108, (vedasi il paragrafo 9).

Il coefficiente di correlazione fra il numero di colpi misurato nelle prove DPSH e il numero di colpi SPT (N_{spt}) è 1.52 così come indicato nelle caratteristiche tecniche dello strumento riportate nei certificati delle prove; in Figura 19 e Figura 20 sono riportati gli andamenti con la profondità del numero di colpi N e N_{spt} equivalente per le diverse prove.



Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

Utilizzando la correlazione proposta da Robertson et al. (1883) riportata nella Figura 21 è possibile passare dal numero di colpi N_{spt} alla resistenza di punta q_c . Nel caso in esame data la natura essenzialmente argillosa dei terreni si assume un coefficiente di trasformazione pari a:

$$\frac{q_c}{100 \cdot N_{spt}} \approx 2 \cdot$$

In Figura 22 si riportano gli andamenti della q_c equivalente con la profondità per le diverse prove.

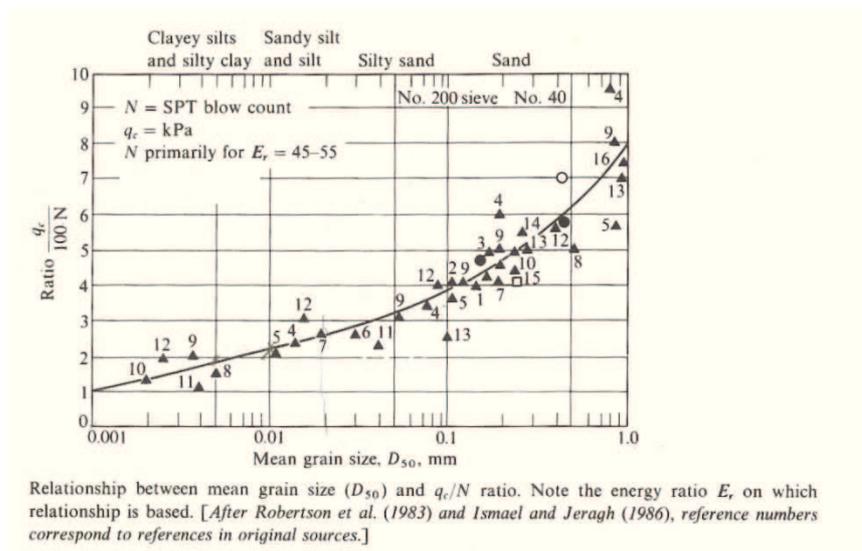


Figura 21: Correlazione fra N_{spt} e q_c

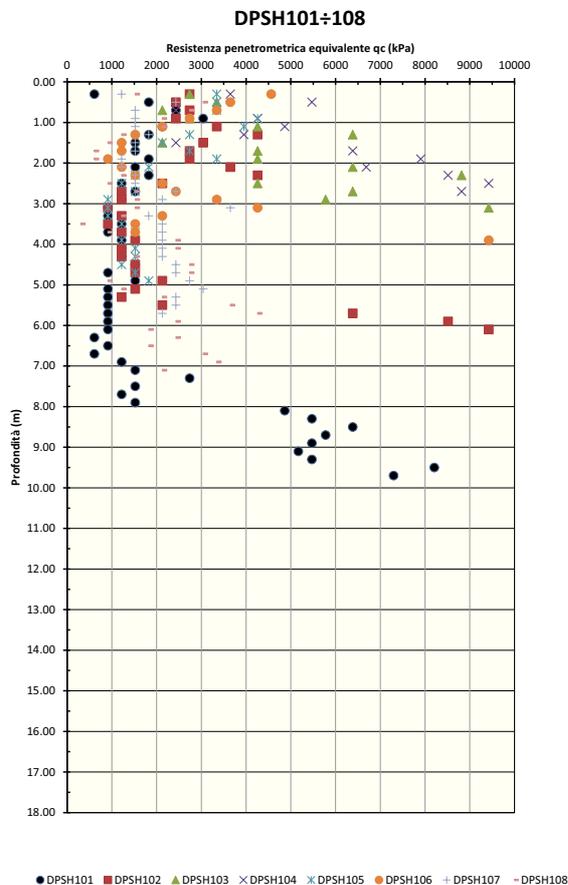


Figura 22: Resistenza q_c equivalente

10.1.1 Caratteristiche di resistenza in termini di coesione non drenata

La resistenza a taglio non drenata è stata desunta dalle prove penetrometriche DPSH con riferimento all' N_{spt} e q_c equivalenti.

Per l' N_{spt} si è utilizzata la correlazione di Stroud (1974):

$$c_u \approx 5 \cdot N_{spt}$$

mentre per la q_c si è assunto:

$$c_u = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{N_k}$$

essendo:

N_k = 15 coefficiente di capacità portante;

σ_{vo} = pressione verticale totale;

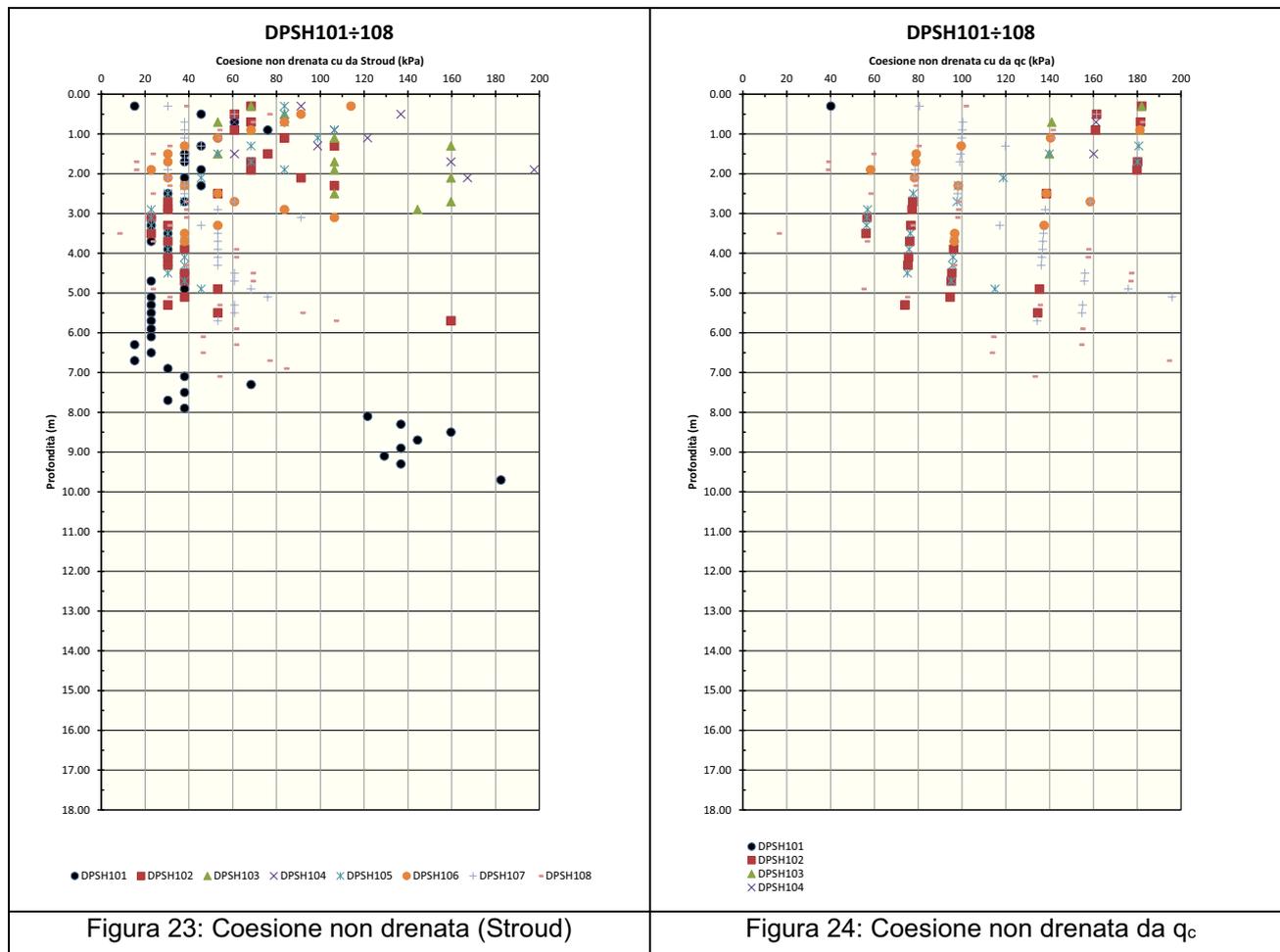
q_c = resistenza alla punta.

I diagrammi di Figura 23 e Figura 24 riportano i valori di c_u così stimati.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



10.1.2 Caratteristiche di deformabilità

Con riferimento alla resistenza alla punta q_c equivalente il modulo di deformazione E è stato determinato in accordo alla correlazione di Mitchell e Gardner (1975):

$$E = \alpha \cdot q_c,$$

con:

$$\alpha = 6.$$

I diagrammi di Figura 25 riportano i valori di E così stimati.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafrati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

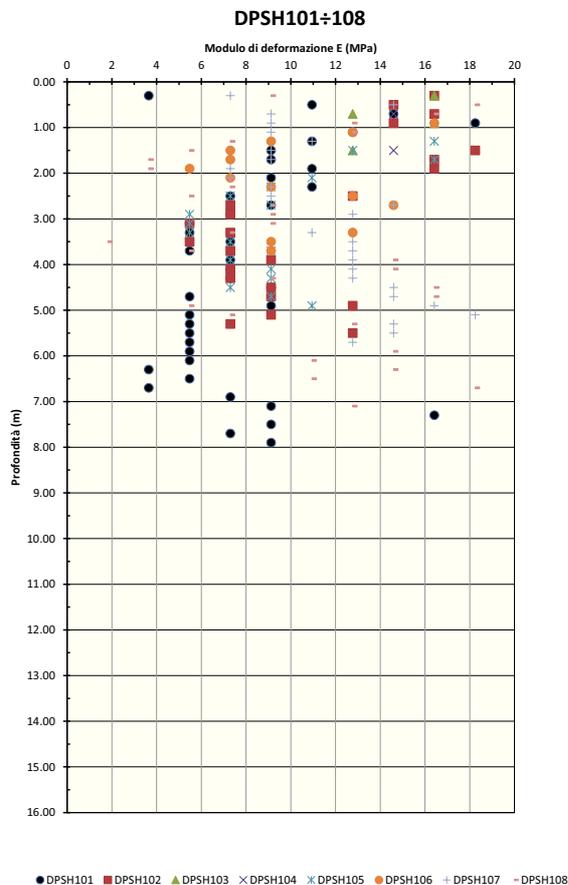


Figura 25: Modulo di deformazione E

10.2 UNITA' STRATIGRAFICHE

Sulla base delle indagini eseguite si individuano le seguenti unità stratigrafiche (vedasi le sezioni di Figura 26 e Figura 27):

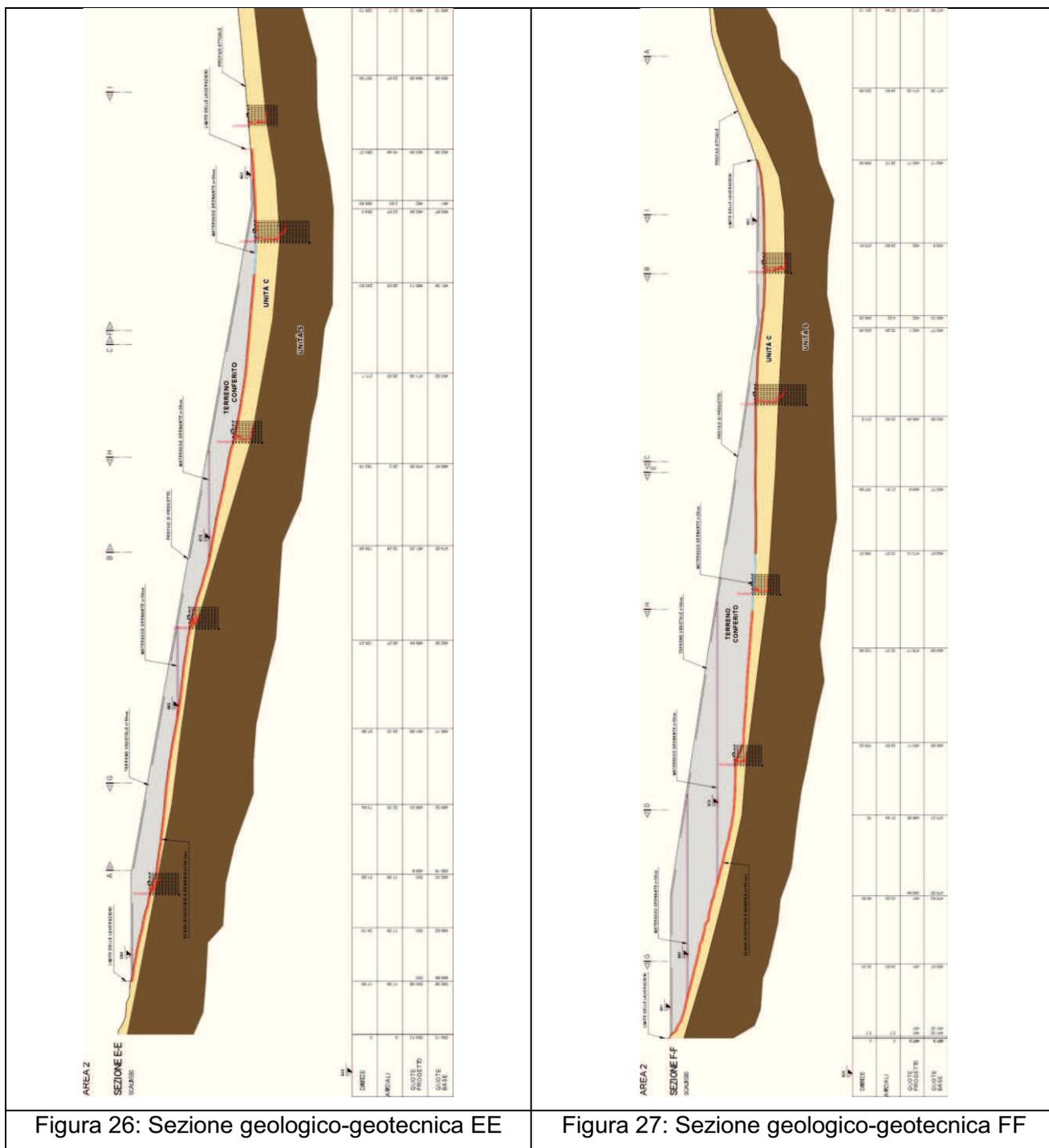
- **Coltre:** eluvio-colluviale argilloso-limosa/sabbiosa, da consistente a molto consistente, con $N_{DPSH} < 5$. Lo spessore di questa unità è variabile da 1.6 a 7.8 m.
- **Subtrato:** formazione evaporitica di substrato, competente, con $N_{DPSH} > 15$.

Nella tabella seguente si riportano per le diverse unità i parametri geotecnici, caratteristici per quanto concerne quelli di resistenza al taglio.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



La falda di progetto, considerata anche la presenza delle trincee drenanti, viene assunta a -1.0 m da p.c.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

Tabella 2: Parametri geotecnici, caratteristici per quanto concerne quelli di resistenza al taglio.

Unità	Profondità da p.c.	γ (kN/m ³)	ϕ'_k (°)	c'_k (kPa)	c_{uk} (kPa)
Coltre	variabile	20.0	20	0	60-150 (*)
Substrato		20.0	26	10	>200 (*)

(*) crescente con la profondità

10.3 CATEGORIA DI SUOLO AI FINI SISMICI

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto considerato che si è in presenza di depositi di terreni a grana fine mediamente consistenti caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e che:

$$15 < N_{SPT,30} < 50,$$

si assume una categoria di suolo C.

11 ANALISI E VERIFICHE DI STABILITÀ - CRITERI GENERALI

L'analisi di stabilità è condotta adottando i criteri nel seguito descritti in accordo al DM 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC).

11.1 PROGRAMMA DI CALCOLO

Le verifiche di stabilità sono state condotte mediante il Modulo "Slope/W" 2007 del programma di calcolo "GeoStudio 2007 – versione 7.23", a cura della Geo-Slope International (Canada).

Tale modulo consente un'analisi di stabilità tenendo conto di terreni variamente stratificati, dell'eventuale falda idrica, della presenza di pressioni neutre diverse dalla idrostatica, di sollecitazioni sismiche, per via statica equivalente, di tiranti di ancoraggio e altre opere di rinforzo e sostegno. Esso è in grado di fornire una soluzione generale al problema bidimensionale di stabilità ricavandone il coefficiente di sicurezza (F.S.) come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie di possibile scivolamento e quella mobilitata dal moto incipiente dell'intera massa contenuta dalla superficie stessa.

Il programma effettua le verifiche di stabilità fornendo il coefficiente di sicurezza secondo diversi criteri; nel caso in esame verrà adottato il criterio di Morgenstern-Price.

Tale criterio permette la ricerca del coefficiente di sicurezza con riferimento ad una condizione di equilibrio sia alla rotazione sia alla traslazione e considerando le forze di interazione fra i singoli conci.

Il criterio di rottura adottato per il terreno è quello classico di Mohr-Coulomb.

Normalmente la valutazione del coefficiente di sicurezza viene effettuata per tentativi, generando un grande numero di superfici con un algoritmo pseudo-casuale, facendo alcune ipotesi semplificative circa la loro forma geometrica rispettando però, per quanto possibile, le condizioni reali nei riguardi delle sollecitazioni esterne, delle caratteristiche fisiche dei terreni, delle eventuali evidenze fisiche (labbrì o nicchie di distacco ed accumuli al piede); oltre alla possibilità di calcolare il coefficiente di sicurezza per una determinata superficie di rottura assegnata.

Data una sezione di cui valutare il coefficiente di sicurezza, il programma esamina migliaia di superfici lungo tutto il pendio e fornisce quelle con coefficiente di sicurezza inferiore.

L'analisi di stabilità in condizioni sismiche è stata condotta con il metodo pseudostatico.

11.2 APPROCCIO PROGETTUALE PER LE VERIFICHE

Le verifiche di stabilità globale sono state condotte con l'Approccio 1, combinazione 2:

A2+M2+R2.

I coefficienti parziali per le azioni e per i parametri geotecnici del terreno sono in accordo alla tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I di cui alle NTC 2008.

11.3 AZIONE SISMICA

La determinazione dei coefficienti sismici per le verifiche di stabilità dell'opera è stata condotta in accordo al paragrafo 7.11.3.5.2 del DM 14/01/2008; in particolare, assumendo:

- $\beta_s = 0.24$;

risulta:

- $k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} = 0.060$;
- $k_v = \pm 0.5 \cdot k_h = \pm 0.03$.

12 VERIFICHE DI STABILITÀ

12.1 CONDIZIONI DI ANALISI

Le verifiche sono condotte in accordo a quanto riportato nel capitolo 11 per le seguenti condizioni:

- statica drenata:
 - parametri drenati di resistenza al taglio per le unità geotecniche e per i materiali conferiti;
 - falda posta a 1.0 m da piano campagna;
- sismica:
 - parametri non drenati di resistenza al taglio per le unità geotecniche e per i materiali conferiti;
 - falda posta a 1.0 m da piano campagna;
 - coefficienti sismici secondo quanto riportato al paragrafo 11.3:
 - sisma +: accelerazione sismica verticale diretta verso il basso;
 - sisma -: accelerazione sismica verticale diretta verso l'alto.

12.2 PARAMETRI GEOTECNICI

I parametri geotecnici di riferimento per le verifiche, caratteristici per quanto concerne quelli di resistenza al taglio, sono riportati nella Tabella 3.

Tabella 3: Parametri geotecnici di riferimento per le verifiche di stabilità.

Unità	γ (kN/m ³)	c'_k (kPa)	ϕ'_k (°)	c_{uk} (kPa)
Rilevato	19.0	0	20	70
Coltre	20.0	0	20	100
Substrato	20.0	10	26	>200 (*)

(*) Crescente con la profondità

12.3 RISULTATI DELLE VERIFICHE PER LA SEZIONE E-E

Nel seguito sono riportate le figure di output del programma di calcolo con riportati:

- il modello di calcolo;
- il fattore di sicurezza nei confronti della stabilità;
- i parametri geotecnici adottati nelle elaborazioni (già fattorizzati secondo i parametri M2);

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafrati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

- i coefficienti sismici adottati, in accordo a quanto riportato nel paragrafo 11.3.

Dall'esame dei risultati ottenuti risulta che il fattore di sicurezza minimo alla stabilità è sempre superiore al valore minimo ($FS \geq 1.1$) richiesto dalla normativa.

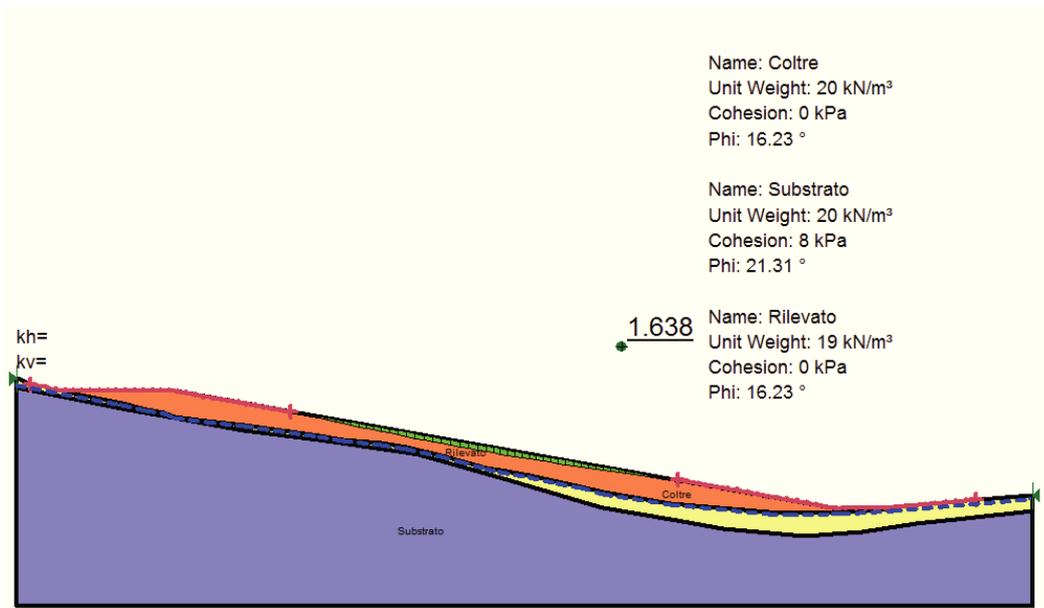


Figura 28: Sezione E-E. Condizione statica. Verifica di stabilità globale.

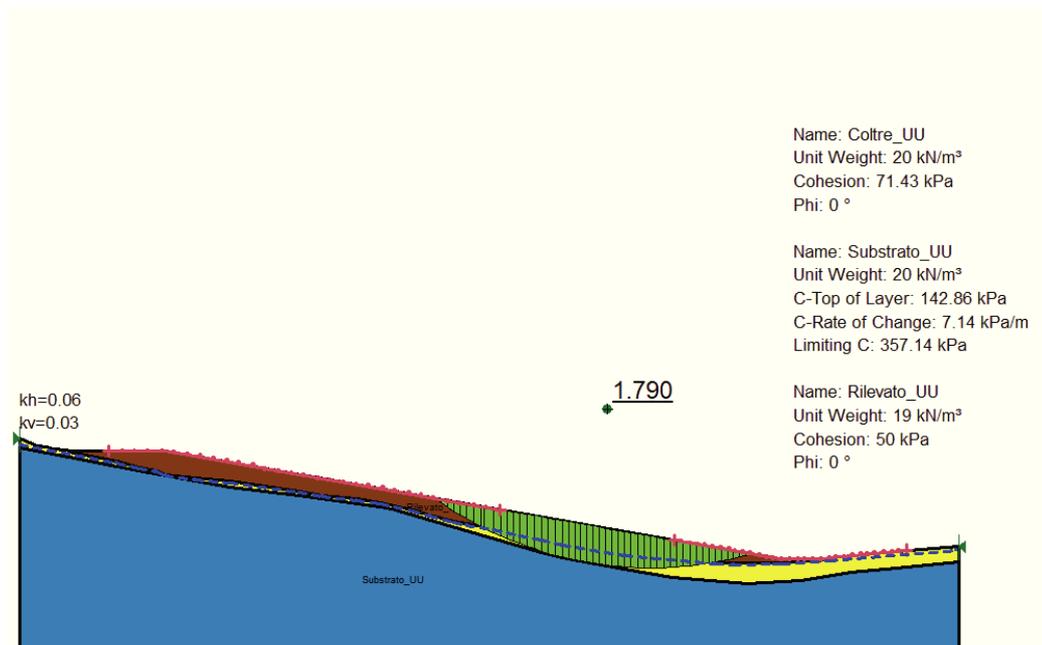


Figura 29: Sezione E-E. Condizione sisma (+). Verifica di stabilità globale.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

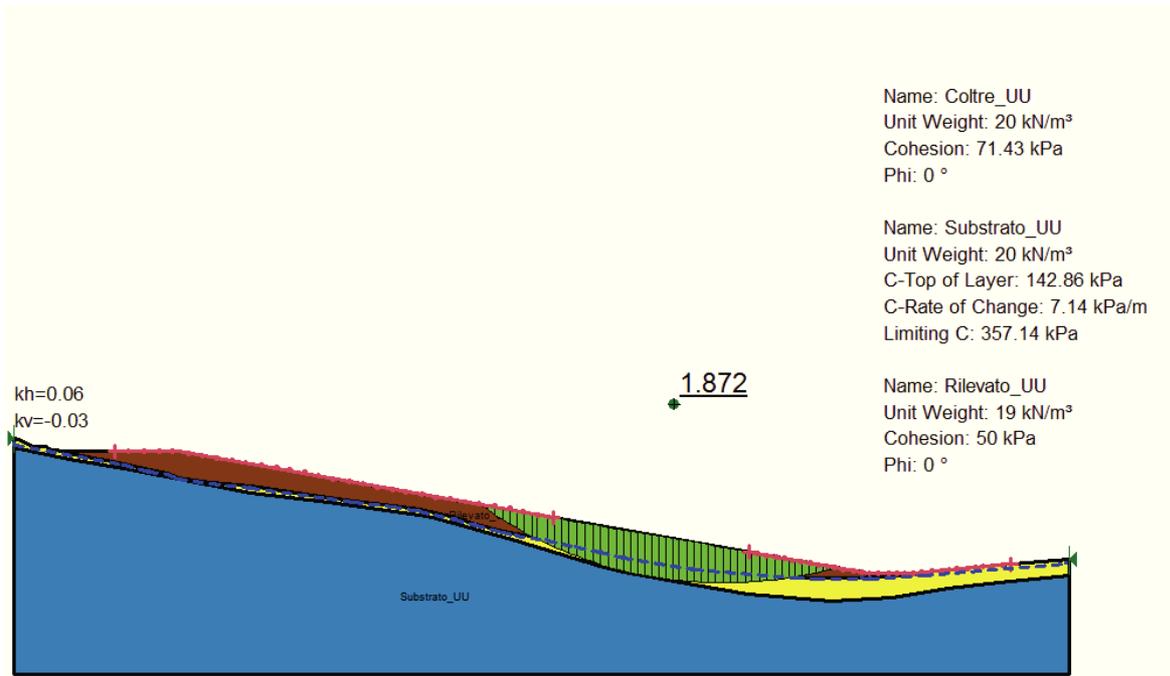


Figura 30: Sezione E-E. Condizione sisma (-). Verifica di stabilità globale.

12.4 RISULTATI DELLE VERIFICHE PER LA SEZIONE F-F

Nel seguito sono riportate le figure di output del programma di calcolo con riportati:

- il modello di calcolo;
- il fattore di sicurezza nei confronti della stabilità;
- i parametri geotecnici adottati nelle elaborazioni (già fattorizzati secondo i parametri M2);
- i coefficienti sismici adottati, in accordo a quanto riportato nel paragrafo 11.3.

Dall'esame dei risultati ottenuti risulta che il fattore di sicurezza minimo alla stabilità è sempre superiore al valore minimo ($FS \geq 1.1$) richiesto dalla normativa.

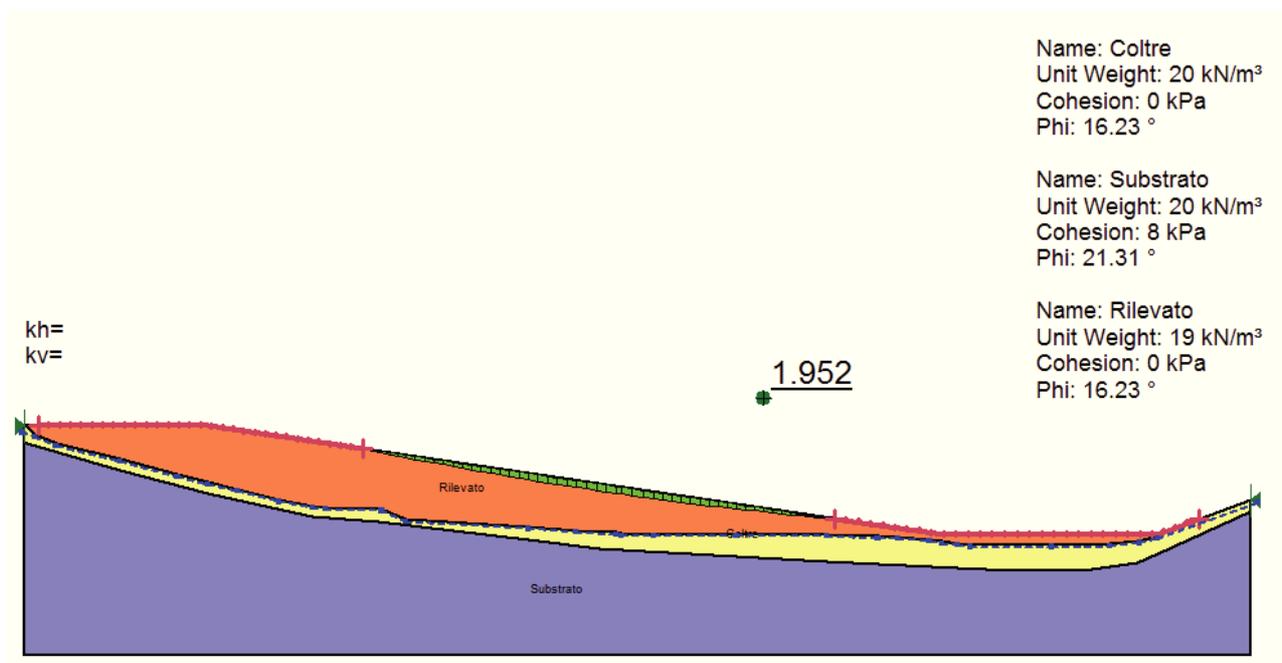


Figura 31: Sezione F-F. Condizione statica. Verifica di stabilità globale.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

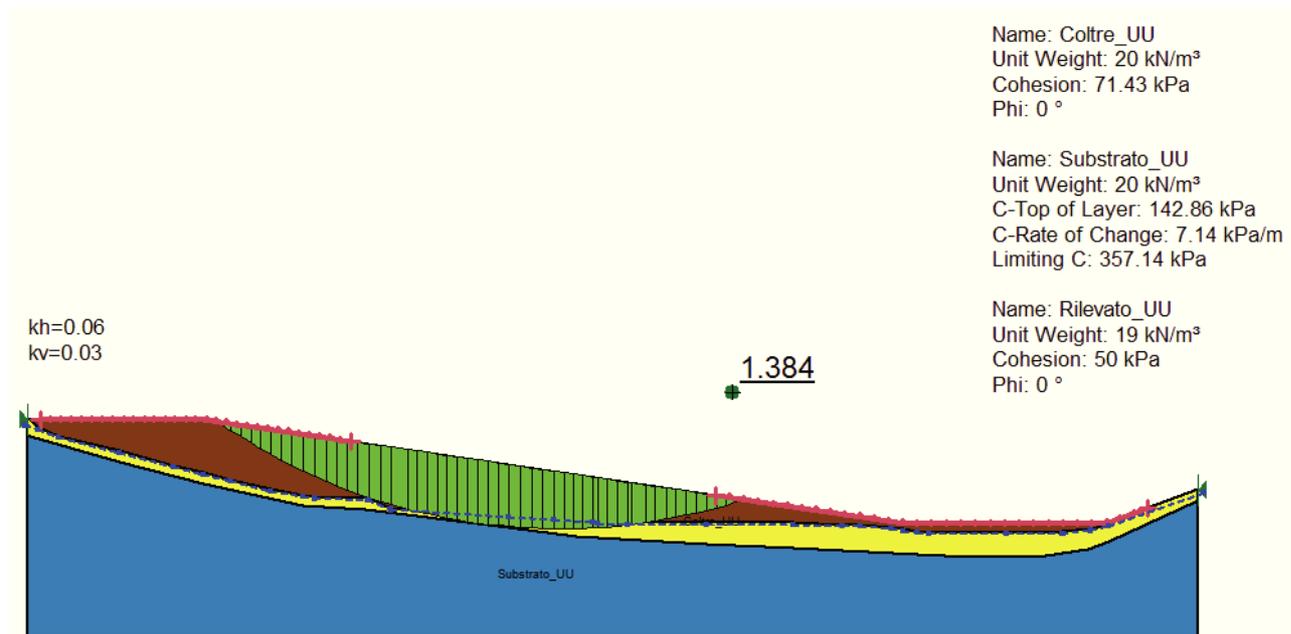


Figura 32: Sezione F-F. Condizione sisma (+). Verifica di stabilità globale.

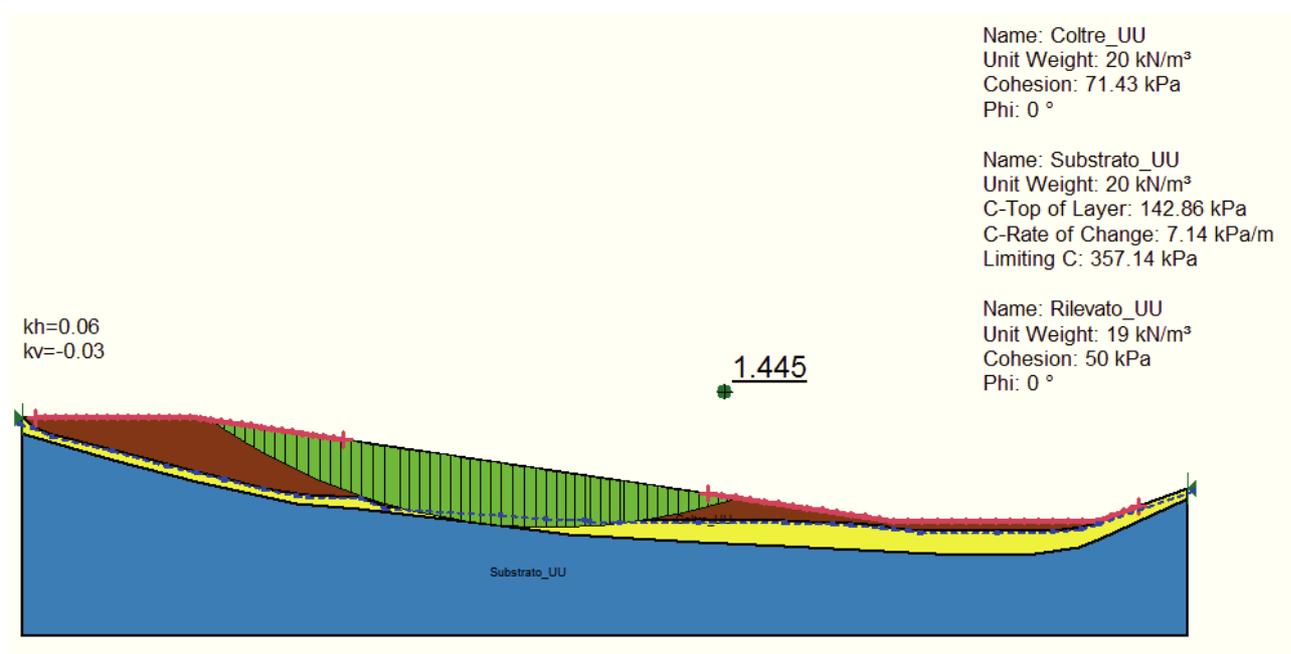


Figura 33: Sezione F-F. Condizione sisma (-). Verifica di stabilità globale.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafrați-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

13 APPENDICE A: RAPPORTO SULLE PROVE IN SITO

Di seguito si riporta lo stralcio del rapporto sulle prove DPSH eseguite nell'area 2. Le parti mancanti del report sono relative alle prove eseguite nelle aree 1 e 3.



BOLOGNETTA S.C.P.A.

AFFIDAMENTO A CONTRAENTE GENERALE DEL "LAVORI DI AMMODERNAMENTO DEL TRATTO PALERMO-LERCARA FRIDDI, LOTTO FUNZIONALE DAL KM 14,4 (KM 0,0 ITINERARIO PALERMO-AGRIGENTO. COMPRESO IL TRATTO DI RACCORDO DELLA ROTATORIA BOLOGNETTA, AL KM 48,0 (KM 33,6 DEL LOTTO 2 – SVINCOLO MANGANARO INCLUSO) COMPRESI I RACCORDI CON LE ATTUALI SS N.189 E SS N.121

PROVE DPSH - VILLAFRATI



REV.	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	REDATTO PREP'D	CONTR. CHK'D	APPR. APPR'D	COMM-JOB:
0	Rapporto di prova	Dott. <i>[Signature]</i> Adagna	Dott. <i>[Signature]</i> Spadò	Dott. <i>[Signature]</i> Spadò	RDP n° n° 597 del 14/07/2016 COMMESSA IG478

LR Laboratori e Ricerche S.r.l.
 Capitale Sociale € 10.000
 Codice Fiscale: 04639000876
 Iscritta al R.E.A. 279641

Uffici e sede legale
 via Nazionale 85/71 (P. Traversari palazzo)
 99020 Terni Esterno (CT)
 info@lr-srl.it

Laboratorio Aut. L. 188/91
 Zona Industriale, C/Calderone n.5
 94010 Colaninno (EN)
 laboratorio@lr-srl.it



www.LR-SRL.it

Tel. +39 095 536466

Fax +39 095 7330297



BOLOGNETTA S.C.P.A.

AFFIDAMENTO A CONTRAENTE GENERALE DEL “LAVORI DI AMMODERNAMENTO DEL TRATTO PALERMO-LERCARA FRIDDI, LOTTO FUNZIONALE DAL KM 14.4 (KM 0.0 ITINERARIO PALERMO-AGRIGENTO. COMPRESO IL TRATTO DI RACCORDO DELLA ROTATORIA BOLOGNETTA, AL KM 48,0 (KM 33,6 DEL LOTTO 2 – SVINCOLO MANGANARO INCLUSO) COMPRESI I RACCORDI CON LE ATTUALI SS N.189 E SS N.121

PROVE DPSH VILAFRATI

INDICE	pag.
INTRODUZIONE	3
1. GENERALITÀ SULLA PROVA	3
2. METODOLOGIA DI ELABORAZIONE	5
3. VALUTAZIONI STATISTICHE	6
4. SCHEDE RIEPILOGATIVE E RISULTATI DELLE PROVE	7



INTRODUZIONE

Il presente lavoro ha per oggetto l'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche DPSH, in corrispondenza del itinerario Palermo-Agrigento. lavori di ammodernamento del tratto Palermo Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km 0,0 del lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km 33,6 del lotto 2 – svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali ss n.189 e ss n.121.

I lavori, commissionati dalla Bolognetta S.C.P.A. consistono in n° 16 prove DPSH, denominate rispettivamente: DPSH 01, DPSH 02, DPSH 03, DPSH 04, DPSH 05, DPSH 06, ricadente nel Sito 1 e DPSH 101, DPSH 102, DPSH 103, DPSH 104, DPSH 105, DPSH 106, DPSH 107, DPSH 108, DPSH 201 e DPSH 202 ricadenti nel Sito 2 eseguite lungo il tracciato della SS 121 e più precisamente nel territorio Comunale di Villafraati.

Le ubicazioni delle prove sono state indicate dal Committente (Contraente Generale Bolognetta S.C.P.A).

Per l'esecuzione delle prove è stato utilizzato un penetrometro dinamico Marca Pagani TMG 63-200 con punta conica di diametro 56 mm e angolo di apertura punta di 90°, collegata a mezzo aste di battuta diametro 32 mm e peso massa battente di 63,5 kg .

Le suddette prove sono state effettuate il 11 e 12 luglio 2016 dal geologo responsabile di cantiere Dott. Ardagna (L&R) coadiuvato dal Dott. A. Mendolia (L&R).

1. GENERALITÀ SULLA PROVA

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi 8) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.



L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione) δ
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente):

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti



riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} .

Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{spt}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd}

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot e \cdot (M + P)} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{A \cdot \delta \cdot (M + P)}$$

R_{pd} = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo (δ / N);

M = peso massa battente (altezza caduta H);

P = peso totale aste e sistema battuta.

2. METODOLOGIA DI ELABORAZIONE

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.



Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenze alla punta.

3. VALUTAZIONI STATISTICHE

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media + s

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media - s

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Pressione ammissibile

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



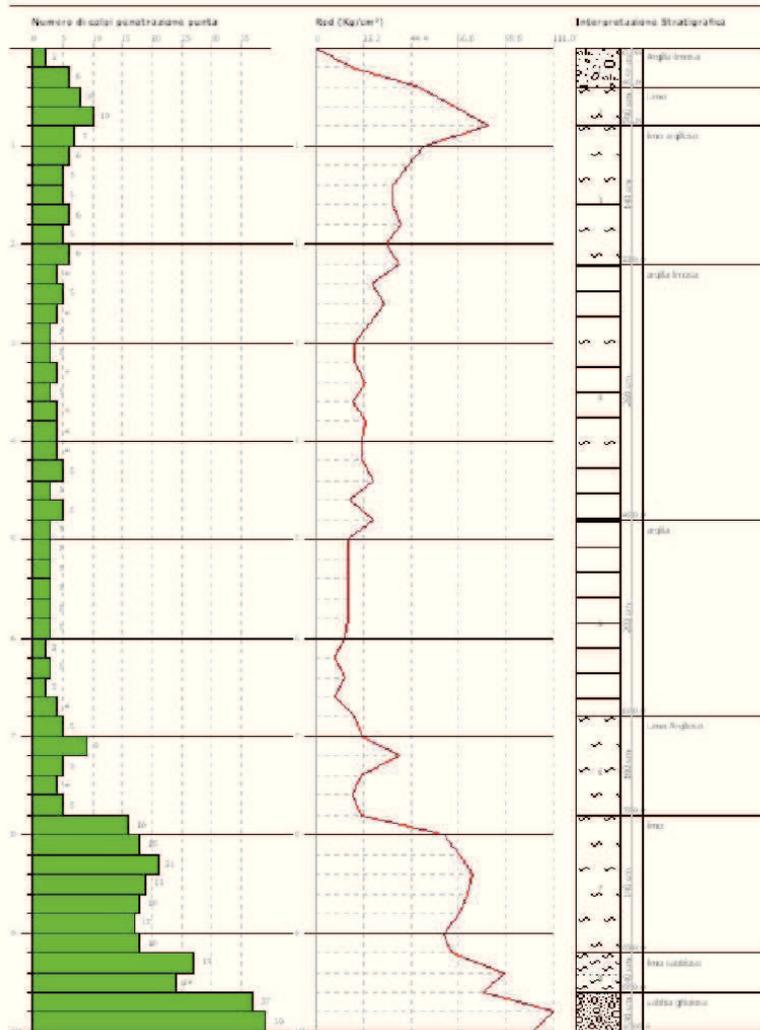
Geotro Software
www.geotro.com
geotro@geotro.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 101
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Caricamento: 100
Castello: 50,000/11A
Luogo:

Data: 12/01/2016

Scala 1:20



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE PENETROMETRICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	CPT	CPTU	CPTU + DISSIPAZIONE	DPSH	X
Nome prova	DPSH 102				
Rapporto di prova n.	-				
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA				
Strumento utilizzato	PENETROMETRO PAGANI TG 63-200 DINAMICO				
Operatore	Dott. Geol. A. Ardagna - Dott. Geol. A. Mendolia				
Data Esecuzione Prove	12/07/16				
Profondità raggiunta	6.60 m p.c.				
Eseguito prescavo esplorativo	no				
Rifiuto oltre profondità di penetrazione ultima	si				
Ancoraggio strumento	-				
Punta utilizzata	Punta conica di diametro 56 mm e angolo di apertura punta di 90°				
Sistema di lettura	Manuale				
Programma utilizzato per acquisizione	-				
Programma utilizzato per elaborazione dati	Dynamic probing- Geostru software				
Allegati al presente documento	DPSH 102				

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



PROVA ...DPSH 102

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 12/07/2016
 Profondità prova 6.40 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	2	0.855	16.26	19.02	0.81	0.95
0.40	9	0.851	72.82	85.59	3.64	4.28
0.60	8	0.847	64.44	76.08	3.22	3.80
0.80	9	0.843	72.18	85.59	3.61	4.28
1.00	8	0.840	58.05	69.12	2.90	3.46
1.20	11	0.836	79.48	95.05	3.97	4.75
1.40	14	0.783	94.70	120.97	4.74	6.05
1.60	10	0.830	71.68	86.41	3.58	4.32
1.80	9	0.826	64.26	77.76	3.21	3.89
2.00	9	0.823	58.65	71.25	2.93	3.56
2.20	12	0.820	77.91	95.00	3.90	4.75
2.40	14	0.767	85.03	110.83	4.25	5.54
2.60	7	0.814	45.12	55.42	2.26	2.77
2.80	4	0.811	25.70	31.67	1.28	1.58
3.00	4	0.809	23.63	29.22	1.18	1.46
3.20	3	0.806	17.66	21.91	0.88	1.10
3.40	4	0.803	23.47	29.22	1.17	1.46
3.60	3	0.801	17.55	21.91	0.88	1.10
3.80	4	0.798	23.33	29.22	1.17	1.46
4.00	5	0.796	26.99	33.90	1.35	1.70
4.20	4	0.794	21.53	27.12	1.08	1.36
4.40	4	0.791	21.47	27.12	1.07	1.36
4.60	5	0.789	26.76	33.90	1.34	1.70
4.80	5	0.787	26.69	33.90	1.33	1.70
5.00	7	0.785	34.77	44.29	1.74	2.21
5.20	5	0.783	24.77	31.63	1.24	1.58
5.40	4	0.781	19.77	25.31	0.99	1.27
5.60	7	0.779	34.51	44.29	1.73	2.21
5.80	21	0.677	89.98	132.86	4.50	6.64
6.00	28	0.675	112.15	166.03	5.61	8.30
6.20	31	0.624	114.65	183.82	5.73	9.19
6.40	37	0.622	136.47	219.40	6.82	10.97

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



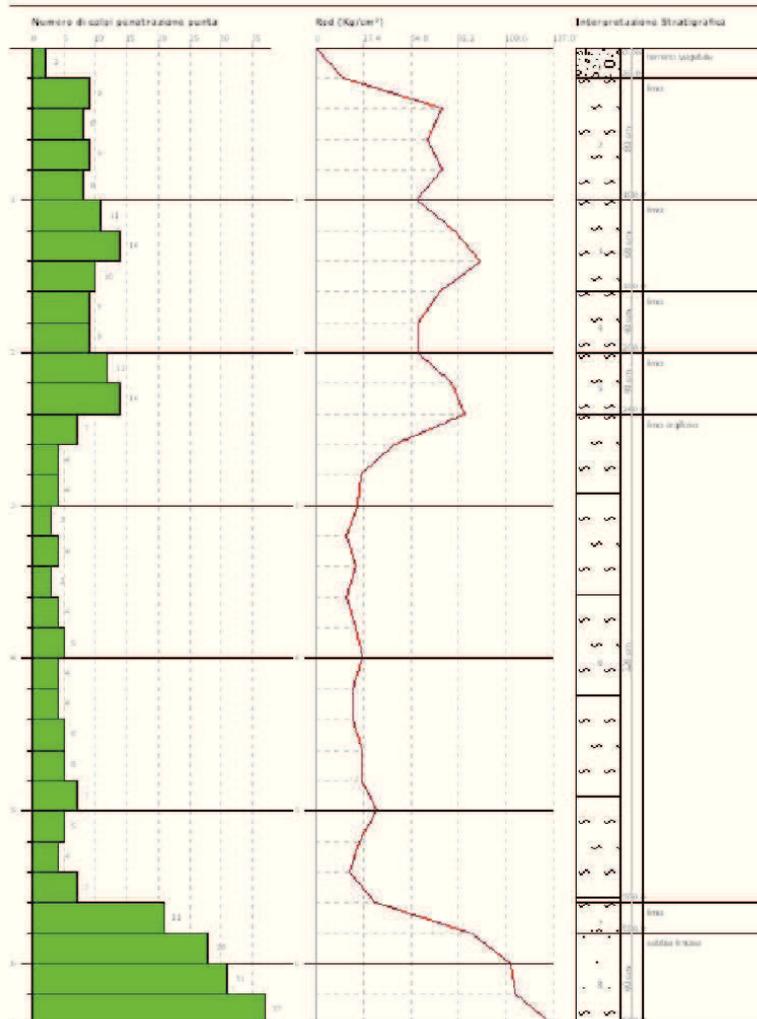
Geotro Software
www.geotro.com
geotro@geotro.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 102
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Carriello: L&R
Cantiera: S.S. BOLOGNETTA
Località:

Data: 12/01/2016

Foglio 1/20



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE PENETROMETRICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	CPT	CPTU	CPTU + DISSIPAZIONE	DPSH	X
Nome prova	DPSH 103				
Rapporto di prova n.	-				
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA				
Strumento utilizzato	PENETROMETRO PAGANI TG 63-200 DINAMICO				
Operatore	Dott. Geol. A. Ardagna - Dott. Geol. A. Mendolia				
Data Esecuzione Prove	12/07/16				
Profondità raggiunta	3,40 m p.c.				
Eseguito prescavo esplorativo	no				
Rifiuto oltre profondità di penetrazione ultima	si				
Ancoraggio strumento	-				
Punta utilizzata	Punta conica di diametro 56 mm e angolo di apertura punta di 90°				
Sistema di lettura	Manuale				
Programma utilizzato per acquisizione	-				
Programma utilizzato per elaborazione dati	Dynamic probing- Geostru software				
Allegati al presente documento	DPSH 103				

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



PROVA ...DPSH 103

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 12/07/2016
 Profondità prova 3.20 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	2	0.855	16.26	19.02	0.81	0.95
0.40	9	0.851	72.82	85.59	3.64	4.28
0.60	11	0.847	88.61	104.61	4.43	5.23
0.80	7	0.843	56.14	66.57	2.81	3.33
1.00	9	0.840	65.30	77.76	3.27	3.89
1.20	14	0.786	95.11	120.97	4.76	6.05
1.40	21	0.733	132.98	181.45	6.65	9.07
1.60	7	0.830	50.17	60.48	2.51	3.02
1.80	14	0.776	93.91	120.97	4.70	6.05
2.00	14	0.773	85.70	110.83	4.28	5.54
2.20	21	0.720	119.72	166.25	5.99	8.31
2.40	29	0.717	164.65	229.58	8.23	11.48
2.60	14	0.764	84.70	110.83	4.24	5.54
2.80	21	0.711	118.27	166.25	5.91	8.31
3.00	19	0.759	105.30	138.79	5.26	6.94
3.20	31	0.656	148.55	226.45	7.43	11.32

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica

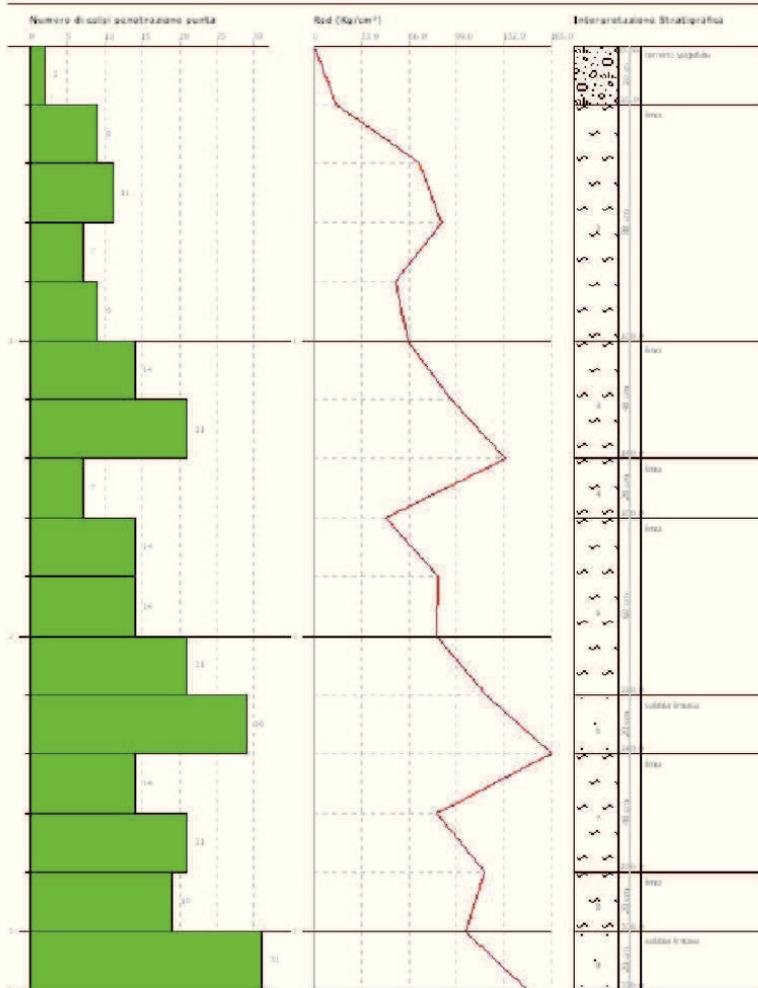


Geotro Software
www.geotro.com
geotro@geotro.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 100
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Caricamento: 100
Castello: 003,00071A
Data: 12/01/2016

Scala 1:20



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE PENETROMETRICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	CPT	CPTU	CPTU + DISSIPAZIONE	DPSH	X
Nome prova	DPSH 104				
Rapporto di prova n.	-				
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA				
Strumento utilizzato	PENETROMETRO PAGANI TG 63-200 DINAMICO				
Operatore	Dott. Geol. A. Ardagna - Dott. Geol. A. Mendolia				
Data Esecuzione Prove	12/07/16				
Profondità raggiunta	3,20 m p.c.				
Eseguito prescavo esplorativo	no				
Rifiuto oltre profondità di penetrazione ultima	si				
Ancoraggio strumento	-				
Punta utilizzata	Punta conica di diametro 56 mm e angolo di apertura punta di 90°				
Sistema di lettura	Manuale				
Programma utilizzato per acquisizione	-				
Programma utilizzato per elaborazione dati	Dynamic probing- Geostru software				
Allegati al presente documento	DPSH 104				

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



PROVA ...DPSH 104

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 12/07/2016
 Profondità prova 3.00 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	10	0.855	81.28	95.10	4.06	4.76
0.40	12	0.851	97.09	114.12	4.85	5.71
0.60	18	0.797	136.43	171.18	6.82	8.56
0.80	8	0.843	64.16	76.08	3.21	3.80
1.00	14	0.790	95.53	120.97	4.78	6.05
1.20	16	0.786	108.70	138.25	5.44	6.91
1.40	13	0.783	87.94	112.33	4.40	5.62
1.60	8	0.830	57.34	69.12	2.87	3.46
1.80	21	0.726	131.79	181.45	6.59	9.07
2.00	26	0.723	148.86	205.83	7.44	10.29
2.20	22	0.720	125.42	174.17	6.27	8.71
2.40	28	0.717	158.97	221.67	7.95	11.08
2.60	31	0.664	163.02	245.42	8.15	12.27
2.80	29	0.711	163.33	229.58	8.17	11.48
3.00	37	0.659	178.02	270.28	8.90	13.51

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



Geotro Software
www.geotro.com
geotro@geotro.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 104
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Cantierista: L&R
Cantiera: S.S. Bolognetta
Località:
Data: 12/01/2016

Scala: 1:50



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE PENETROMETRICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	CPT	CPTU	CPTU + DISSIPAZIONE	DPSH	X
Nome prova	DPSH 105				
Rapporto di prova n.	-				
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA				
Strumento utilizzato	PENETROMETRO PAGANI TG 63-200 DINAMICO				
Operatore	Dott. Geol. A. Ardagna - Dott. Geol. A. Mendolia				
Data Esecuzione Prove	12/07/16				
Profondità raggiunta	5.40 m p.c.				
Eseguito prescavo esplorativo	no				
Rifiuto oltre profondità di penetrazione ultima	si				
Ancoraggio strumento	-				
Punta utilizzata	Punta conica di diametro 56 mm e angolo di apertura punta di 90°				
Sistema di lettura	Manuale				
Programma utilizzato per acquisizione	-				
Programma utilizzato per elaborazione dati	Dynamic probing- Geostru software				
Allegati al presente documento	DPSH 105				

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



PROVA ...DPSH 105

Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 12/07/2016
 Profondità prova 5.20 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	4	0.855	32.51	38.04	1.63	1.90
0.40	11	0.851	89.00	104.61	4.45	5.23
0.60	11	0.847	88.61	104.61	4.43	5.23
0.80	11	0.843	88.22	104.61	4.41	5.23
1.00	14	0.790	95.53	120.97	4.78	6.05
1.20	13	0.786	88.32	112.33	4.42	5.62
1.40	9	0.833	64.77	77.76	3.24	3.89
1.60	7	0.830	50.17	60.48	2.51	3.02
1.80	9	0.826	64.26	77.76	3.21	3.89
2.00	11	0.823	71.69	87.08	3.58	4.35
2.20	6	0.820	38.96	47.50	1.95	2.38
2.40	5	0.817	32.35	39.58	1.62	1.98
2.60	4	0.814	25.78	31.67	1.29	1.58
2.80	5	0.811	32.12	39.58	1.61	1.98
3.00	3	0.809	17.72	21.91	0.89	1.10
3.20	3	0.806	17.66	21.91	0.88	1.10
3.40	3	0.803	17.61	21.91	0.88	1.10
3.60	4	0.801	23.40	29.22	1.17	1.46
3.80	5	0.798	29.16	36.52	1.46	1.83
4.00	4	0.796	21.59	27.12	1.08	1.36
4.20	5	0.794	26.91	33.90	1.35	1.70
4.40	5	0.791	26.83	33.90	1.34	1.70
4.60	4	0.789	21.41	27.12	1.07	1.36
4.80	5	0.787	26.69	33.90	1.33	1.70
5.00	6	0.785	29.80	37.96	1.49	1.90
5.20	37	0.633	148.18	234.09	7.41	11.70

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



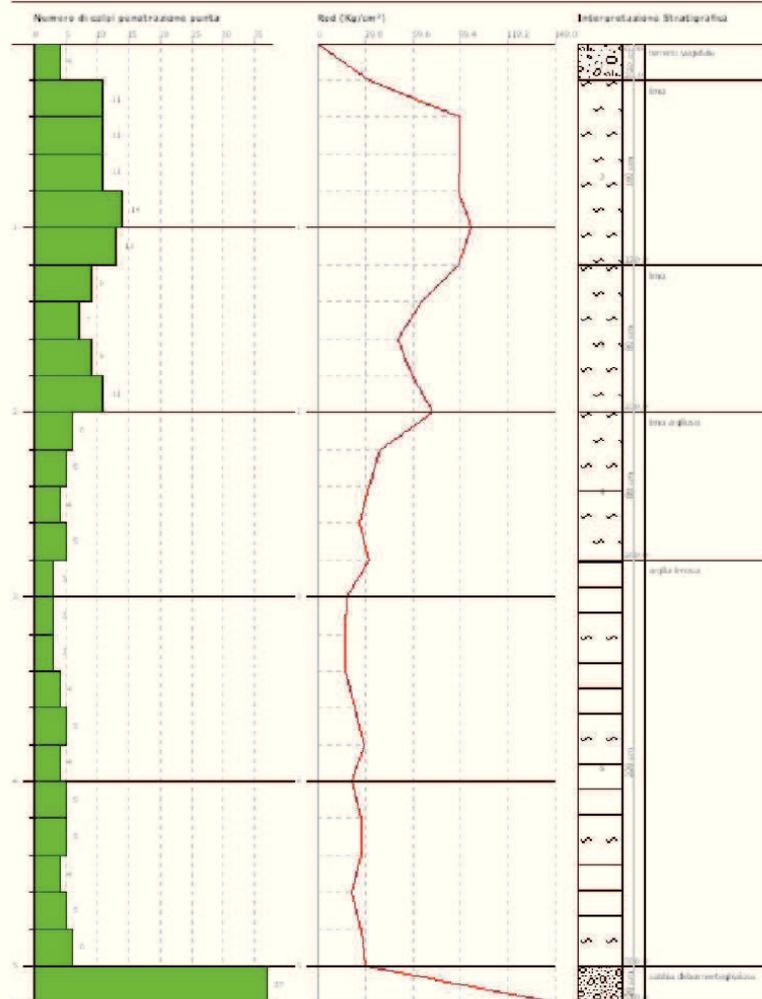
Geostr Software
www.geostr.com
geostr@geostr.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 105
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Carriello: L&R
Castello: 91030011A
Località:

Data: 12/01/2016

Foglio 1/20



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE PENETROMETRICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	CPT	CPTU	CPTU + DISSIPAZIONE	DPSH	X
Nome prova	DPSH 106				
Rapporto di prova n.	-				
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA				
Strumento utilizzato	PENETROMETRO PAGANI TG 63-200 DINAMICO				
Operatore	Dott. Geol. A. Ardagna - Dott. Geol. A. Mendolia				
Data Esecuzione Prove	12/07/16				
Profondità raggiunta	4.20 m p.c.				
Eseguito prescavo esplorativo	no				
Rifiuto oltre profondità di penetrazione ultima	si				
Ancoraggio strumento	-				
Punta utilizzata	Punta conica di diametro 56 mm e angolo di apertura punta di 90°				
Sistema di lettura	Manuale				
Programma utilizzato per acquisizione	-				
Programma utilizzato per elaborazione dati	Dynamic probing- Geostru software				
Allegati al presente documento	DPSH 106				

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



PROVA ...DPSH 106

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 12/07/2016
 Profondità prova 4.00 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	2	0.855	16.26	19.02	0.81	0.95
0.40	15	0.801	114.23	142.65	5.71	7.13
0.60	12	0.847	96.66	114.12	4.83	5.71
0.80	11	0.843	88.22	104.61	4.41	5.23
1.00	9	0.840	65.30	77.76	3.27	3.89
1.20	7	0.836	50.58	60.48	2.53	3.02
1.40	5	0.833	35.98	43.20	1.80	2.16
1.60	4	0.830	28.67	34.56	1.43	1.73
1.80	4	0.826	28.56	34.56	1.43	1.73
2.00	3	0.823	19.55	23.75	0.98	1.19
2.20	4	0.820	25.97	31.67	1.30	1.58
2.40	5	0.817	32.35	39.58	1.62	1.98
2.60	7	0.814	45.12	55.42	2.26	2.77
2.80	8	0.811	51.39	63.33	2.57	3.17
3.00	11	0.809	64.98	80.35	3.25	4.02
3.20	14	0.756	77.31	102.27	3.87	5.11
3.40	7	0.803	41.08	51.13	2.05	2.56
3.60	5	0.801	29.25	36.52	1.46	1.83
3.80	5	0.798	29.16	36.52	1.46	1.83
4.00	31	0.646	135.79	210.20	6.79	10.51

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



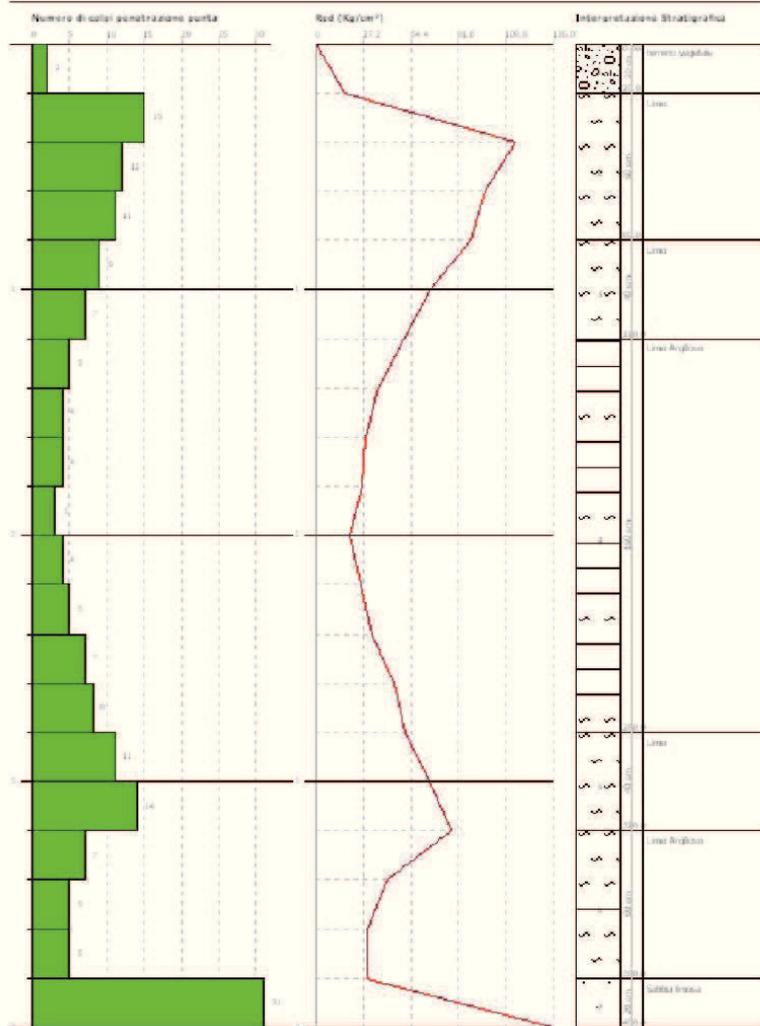
Geotro Software
www.geotro.com
geotro@geotro.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 100
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Cantierista: L&R
Cantiera: S.S. Bolognetta
Località:

Data: 12/01/2016

Foglio 1/22



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE PENETROMETRICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	CPT	CPTU	CPTU + DISSIPAZIONE	DPSH	X
Nome prova	DPSH 107				
Rapporto di prova n.	-				
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA				
Strumento utilizzato	PENETROMETRO PAGANI TG 63-200 DINAMICO				
Operatore	Dott. Geol. A. Ardagna - Dott. Geol. A. Mendolia				
Data Esecuzione Prove	12/07/16				
Profondità raggiunta	6.20 m p.c.				
Eseguito prescavo esplorativo	no				
Rifiuto oltre profondità di penetrazione ultima	si				
Ancoraggio strumento	-				
Punta utilizzata	Punta conica di diametro 56 mm e angolo di apertura punta di 90°				
Sistema di lettura	Manuale				
Programma utilizzato per acquisizione	-				
Programma utilizzato per elaborazione dati	Dynamic probing- Geostru software				
Allegati al presente documento	DPSH 107				

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



PROVA ...DPSH 107

Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 12/07/2016
 Profondità prova 6.00 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	2	0.855	16.26	19.02	0.81	0.95
0.40	4	0.851	32.36	38.04	1.62	1.90
0.60	8	0.847	64.44	76.08	3.22	3.80
0.80	5	0.843	40.10	47.55	2.01	2.38
1.00	5	0.840	36.28	43.20	1.81	2.16
1.20	5	0.836	36.13	43.20	1.81	2.16
1.40	6	0.833	43.18	51.84	2.16	2.59
1.60	5	0.830	35.84	43.20	1.79	2.16
1.80	5	0.826	35.70	43.20	1.78	2.16
2.00	4	0.823	26.07	31.67	1.30	1.58
2.20	4	0.820	25.97	31.67	1.30	1.58
2.40	5	0.817	32.35	39.58	1.62	1.98
2.60	5	0.814	32.23	39.58	1.61	1.98
2.80	8	0.811	51.39	63.33	2.57	3.17
3.00	7	0.809	41.35	51.13	2.07	2.56
3.20	12	0.806	70.65	87.66	3.53	4.38
3.40	6	0.803	35.21	43.83	1.76	2.19
3.60	7	0.801	40.95	51.13	2.05	2.56
3.80	7	0.798	40.83	51.13	2.04	2.56
4.00	7	0.796	37.78	47.46	1.89	2.37
4.20	7	0.794	37.67	47.46	1.88	2.37
4.40	7	0.791	37.57	47.46	1.88	2.37
4.60	8	0.789	42.81	54.25	2.14	2.71
4.80	8	0.787	42.70	54.25	2.13	2.71
5.00	9	0.785	44.70	56.94	2.23	2.85
5.20	10	0.783	49.54	63.27	2.48	3.16
5.40	8	0.781	39.53	50.61	1.98	2.53
5.60	8	0.779	39.44	50.61	1.97	2.53
5.80	7	0.777	34.42	44.29	1.72	2.21
6.00	38	0.625	140.94	225.33	7.05	11.27

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



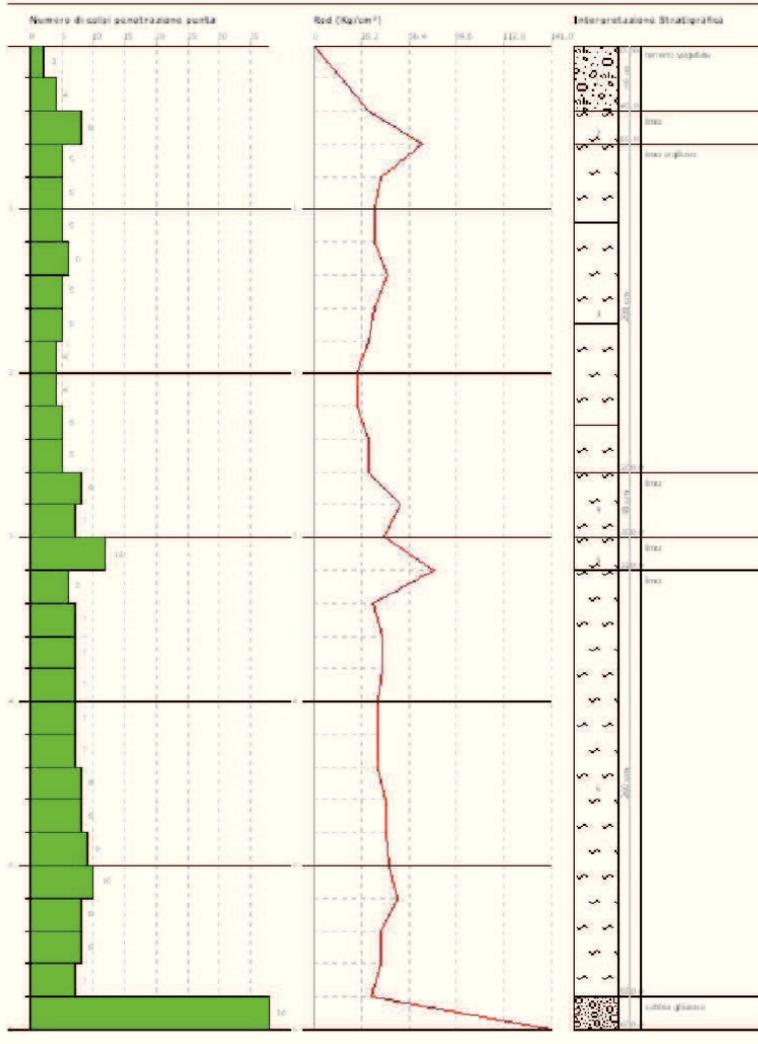
Geotro Software
www.geotro.com
geotro@geotro.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 107
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Coordinate: UTM
Cartina: 30S, 302671A
Località:

Data: 12/01/2016

Foglio 1/20



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE PENETROMETRICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	CPT	CPTU	CPTU + DISSIPAZIONE	DPSH	X
Nome prova	DPSH 108				
Rapporto di prova n.	-				
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA				
Strumento utilizzato	PENETROMETRO PAGANI TG 63-200 DINAMICO				
Operatore	Dott. Geol. A. Ardagna - Dott. Geol. A. Mendolia				
Data Esecuzione Prove	12/07/16				
Profondità raggiunta	7.60 m p.c.				
Eseguito prescavo esplorativo	no				
Rifiuto oltre profondità di penetrazione ultima	si				
Ancoraggio strumento	-				
Punta utilizzata	Punta conica di diametro 56 mm e angolo di apertura punta di 90°				
Sistema di lettura	Manuale				
Programma utilizzato per acquisizione	-				
Programma utilizzato per elaborazione dati	Dynamic probing- Geostru software				
Allegati al presente documento	DPSH 108				

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



PROVA ...DPSH 108

Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 12/07/2016
 Profondità prova 7.40 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	1	0.855	8.13	9.51	0.41	0.48
0.40	5	0.851	40.45	47.55	2.02	2.38
0.60	10	0.847	80.55	95.10	4.03	4.76
0.80	9	0.843	72.18	85.59	3.61	4.28
1.00	7	0.840	50.79	60.48	2.54	3.02
1.20	7	0.836	50.58	60.48	2.53	3.02
1.40	4	0.833	28.79	34.56	1.44	1.73
1.60	3	0.830	21.50	25.92	1.08	1.30
1.80	2	0.826	14.28	17.28	0.71	0.86
2.00	2	0.823	13.03	15.83	0.65	0.79
2.20	4	0.820	25.97	31.67	1.30	1.58
2.40	4	0.817	25.88	31.67	1.29	1.58
2.60	3	0.814	19.34	23.75	0.97	1.19
2.80	5	0.811	32.12	39.58	1.61	1.98
3.00	5	0.809	29.54	36.52	1.48	1.83
3.20	5	0.806	29.44	36.52	1.47	1.83
3.40	4	0.803	23.47	29.22	1.17	1.46
3.60	1	0.801	5.85	7.30	0.29	0.37
3.80	3	0.798	17.50	21.91	0.87	1.10
4.00	8	0.796	43.18	54.25	2.16	2.71
4.20	8	0.794	43.05	54.25	2.15	2.71
4.40	5	0.791	26.83	33.90	1.34	1.70
4.60	9	0.789	48.16	61.03	2.41	3.05
4.80	9	0.787	48.03	61.03	2.40	3.05
5.00	3	0.785	14.90	18.98	0.74	0.95
5.20	4	0.783	19.82	25.31	0.99	1.27
5.40	7	0.781	34.59	44.29	1.73	2.21
5.60	12	0.779	59.15	75.92	2.96	3.80
5.80	14	0.727	64.42	88.57	3.22	4.43
6.00	8	0.775	36.79	47.44	1.84	2.37
6.20	6	0.774	27.53	35.58	1.38	1.78
6.40	8	0.772	36.62	47.44	1.83	2.37
6.60	6	0.770	27.41	35.58	1.37	1.78
6.80	10	0.769	45.58	59.30	2.28	2.96
7.00	11	0.767	47.09	61.38	2.35	3.07
7.20	7	0.766	29.90	39.06	1.50	1.95
7.40	38	0.614	130.22	212.03	6.51	10.60

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Villafraati-Sito di conferimento AREA 2. Relazione tecnica



Geotro Software
www.geotro.com
geotro@geotro.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 100
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Caricamento: L&R
Cantiera: Bolognetta
Località:
Data: 12/01/2016

Stato: 1/20

