



COGEO STUDIO GEOLOGICO

Dott. Cocetti Marcello - Dott. Cocetti Pier Luigi
Via Don Natale Monticelli n°5 - 41026 Pavullo nel Frignano (MODENA)
TEL: 0536/324537 - E-MAIL: cogeo.geologia@gmail.com



Geologica Geotecnica Sismica

(CONFORME AI PUNTI 6.1, 6.2, 6.3 DELL'ALLEGATO B.2.1 DEL BURERT N° 153)

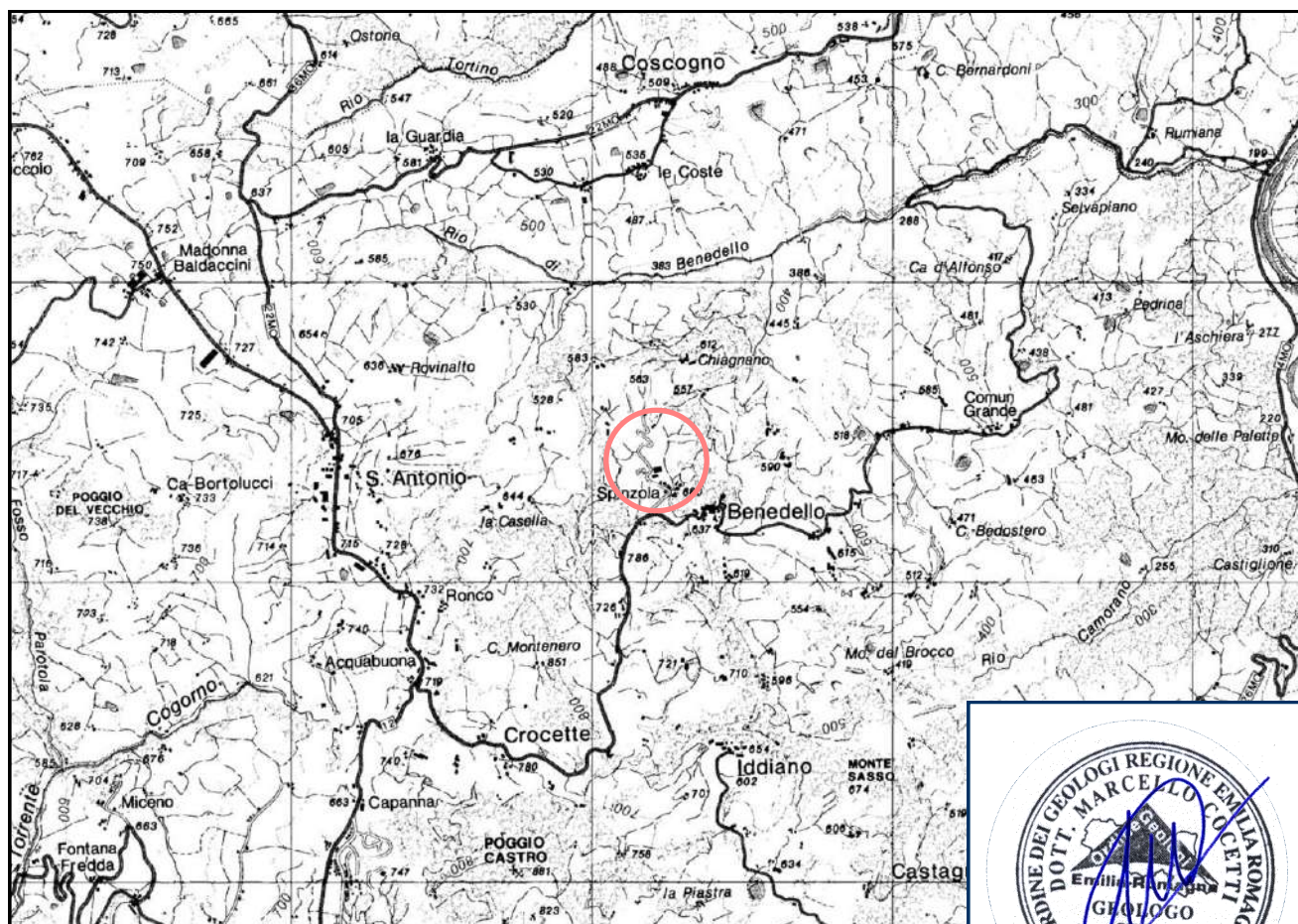
OGGETTO : **COSTRUZIONE DI FABBRICATI AL SERVIZIO DEL CASEIFICIO SOCIALE "S.PIETRO".**

LOCALITÀ : **SPINZOLA—BENEDELLO**

COMUNE : **PAVULLO NEL FRIGNANO**

COMMITTENTE : **CASEIFICIO SOCIALE "S.PIETRO"**

PROGETTO : **FUNDO SRL**



UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

SCALA 1:50'000

1 Km

TAV. 219.,

COORD. UTM-ED50

Est: 648429

Nord: 914752





INDICE

- 1. RELAZIONE GEOLOGICA** (punto 6.1, allegato B.2.1 del BURERT n°153)
 - 1.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO
 - 1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO
 - 1.3 IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA
 - 1.4 PROCESSI EROSIVI E GRADO DI STABILITA'
 - 1.5 INDAGINI GEOGNOSTICHE E PARAMETRI NOMINALI
- 2. RELAZIONE SISMICA** (punto 6.3, allegato B.2.1 del BURERT n°153)
 - 2.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA (DM 17/01/2018)
 - 2.1.1 Classificazione del Suolo in base alle Vs30
 - 2.2 SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO (DM 17/01/2018)
- 3. RELAZIONE GEOTECNICA** (punto 6.2, allegato B.2.1 del BURERT n°153)
 - 3.1 DATI DI PROGETTO
 - 3.1.1 Premessa
 - 3.1.2 Parametri Caratteristici
 - 3.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE
 - 3.2.1 Verifiche di Stabilità Opera Pendio
 - 3.2.2 Calcolo di Capacità Portante del Palo Singolo
 - 3.3 CONSIDERAZIONI E PRESCRIZIONI
- 4. CONCLUSIONI**

RIFERIMENTI NORMATIVI

DM 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni)
DGR RER 2193/2015 - (Aggiornamento Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica)
DM 10/10/2012 (Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo)
Circ. 02/02/09 n°617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
DM 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni)
DAL RER 112/2007 (Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica)
O.P.C.M. n° 3274 del 20 Marzo 2003 (Normativa antisismica)
D.M.LL.PP. 11/03/1988
D.M. 21/01/1981
Circ. LL.PP. n° 21597/81
Circ. R.E.R n° 12831
R.D. 03/12/23 n° 3267 e succ. mod. e integr.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

-La Geologia del versante Padano dell'Appennino Settentrionale
Università degli Studi di Modena - Istituto di Geologia
-Appennino Tosco-Emiliano. Guide Geologiche Regionali.
A cura della Società Geologica Italiana
-Schema Introduttivo alla Geologia delle Epiliguridi dell'Appennino Modenese e delle Aree Limitrofee
Mem.Soc.Geol. It 39 (1987), 215-244, 21 ff.
-Schema Introduttivo alla Geologia delle Liguridi dell'Appennino Modenese e delle Aree Limitrofee
Mem.Soc.Geol. It 39 (1987), 91-125, 27 ff.
-I Melange dell'Appennino Settentrionale dal T.Tresinaro al T.Sillaro.
Mem.Soc.Geol. It 39 (1987), 187-214, 19 ff.



RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

CARTOGRAFIA CTR Scala 1:25000.
TAVOLA 236NO, 236NE

CARTOGRAFIA CTR Scala 1:10000.
SEZIONE 236030

CARTOGRAFIA CTR Scala 1:5000.
ELEMENTO 236034, 236033

ESTRATTO CATASTALE Scala 1:1000. COMUNE DI PAVULLO NEL FRIGNANO.
FOGLIO 29; MAPPALE 346.

CARTA GEOLOGICO-SCHEMATICA DELL'APPENNINO MODENESE E ZONE
LIMITROFE. Scala 1:100000. Istituto di Geologia dell'Università di Modena

CARTA GEOLOGICA DELL'APPENNINO EMILIANO-ROMAGNOLO 1:10000.
SEZIONE 236030

CARTA GEOLOGICA PROGETTO CARG a Scala 1:10000.
SEZIONE 236030

CARTA DEL DISSESTO (PTCP).
SEZIONE 236030

TAVOLE ED ALLEGATI

- TAV. 1, 2 - Localizzazione del sito su cartografia CTR
- TAV. 3 - Morfometria del Versante a scala 1:5000
- TAV. 4 - Carta Geologica CARG a scala 1:10000
- TAV. 5 - Carta del Dissesto a scala 1:10000
- TAV. 6 - Carta del Rischio Sismico a scala 1:10000
- TAV. 7 - Carta Forestale a scala 1:10000
- TAV. 8 - Estratto Catastale con Prove Geognostiche a scala 1:2000
- TAV. 9 - Planimetria Stato Progetto con Prove Geognostiche (Sc. 1:200)
- TAV. 10a - Sezione Stratigrafico-Geotecnica Tavola 1/2 (Sc. 1:200)
- TAV. 10b - Sezione Stratigrafico-Geotecnica Tavola 2/2 (Sc. 1:200)

ALLEGATO A - Prove Penetrometriche Dinamiche

ALLEGATO B - Registrazione Sismica, Parametri Sismici

ALLEGATO C - Tabulati calcoli di Stabilità

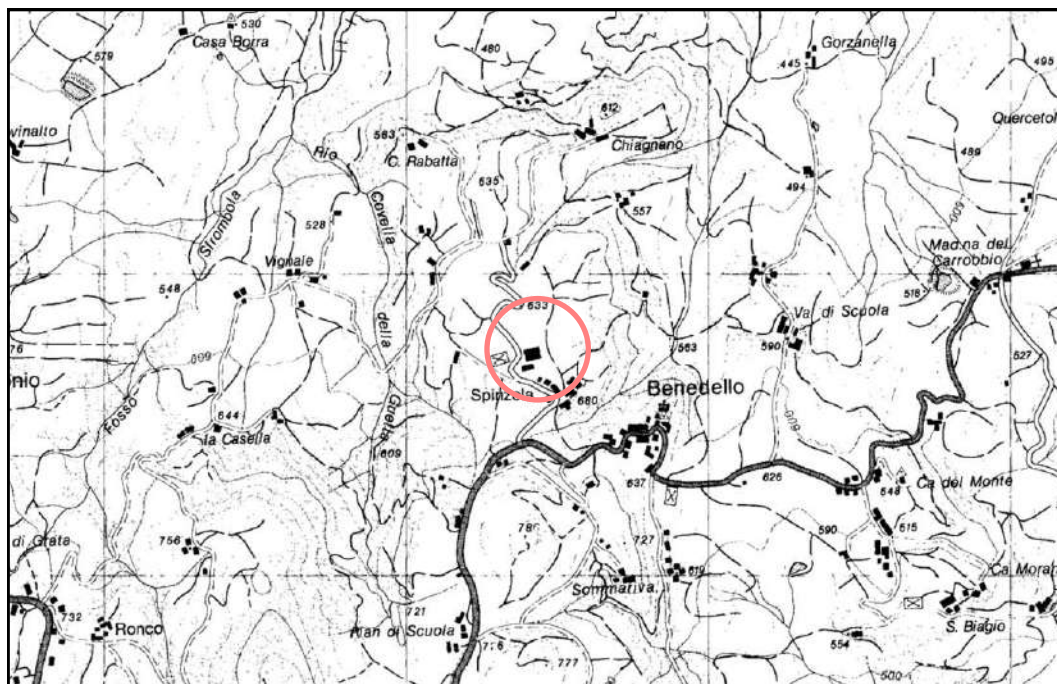


CARTOGRAFIA C.T.R.

Scala 1:25'000

TAVOLA 236NO, 236NE

TAV. 1

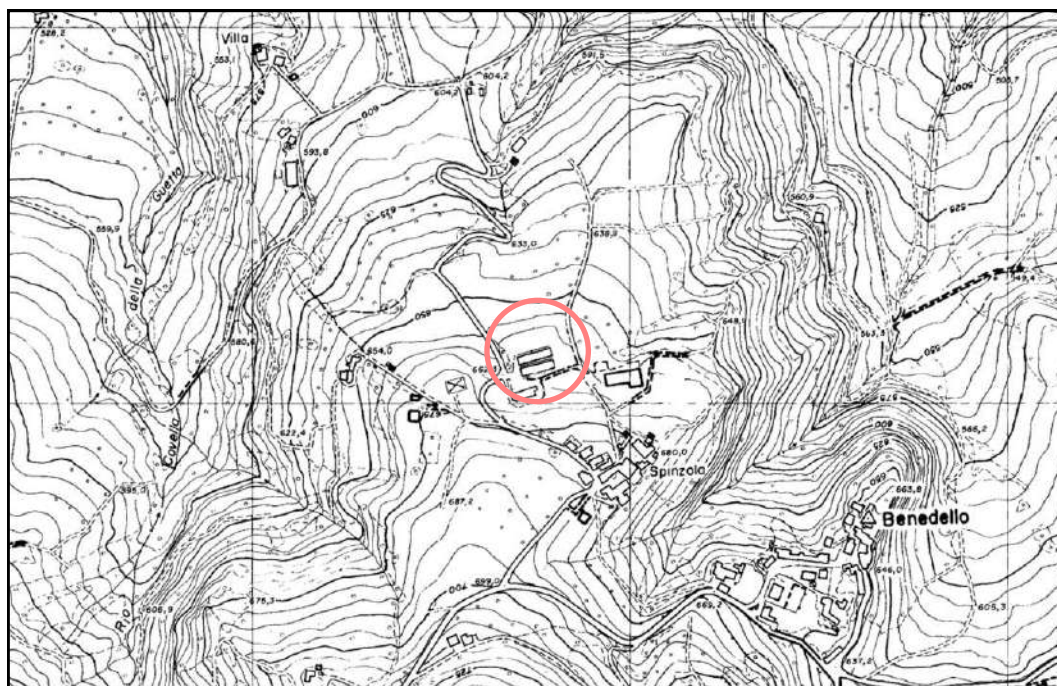


CARTOGRAFIA C.T.R.

Scala 1:10'000

SEZIONE 236030

TAV. 2



UBICAZIONE DEL SITO

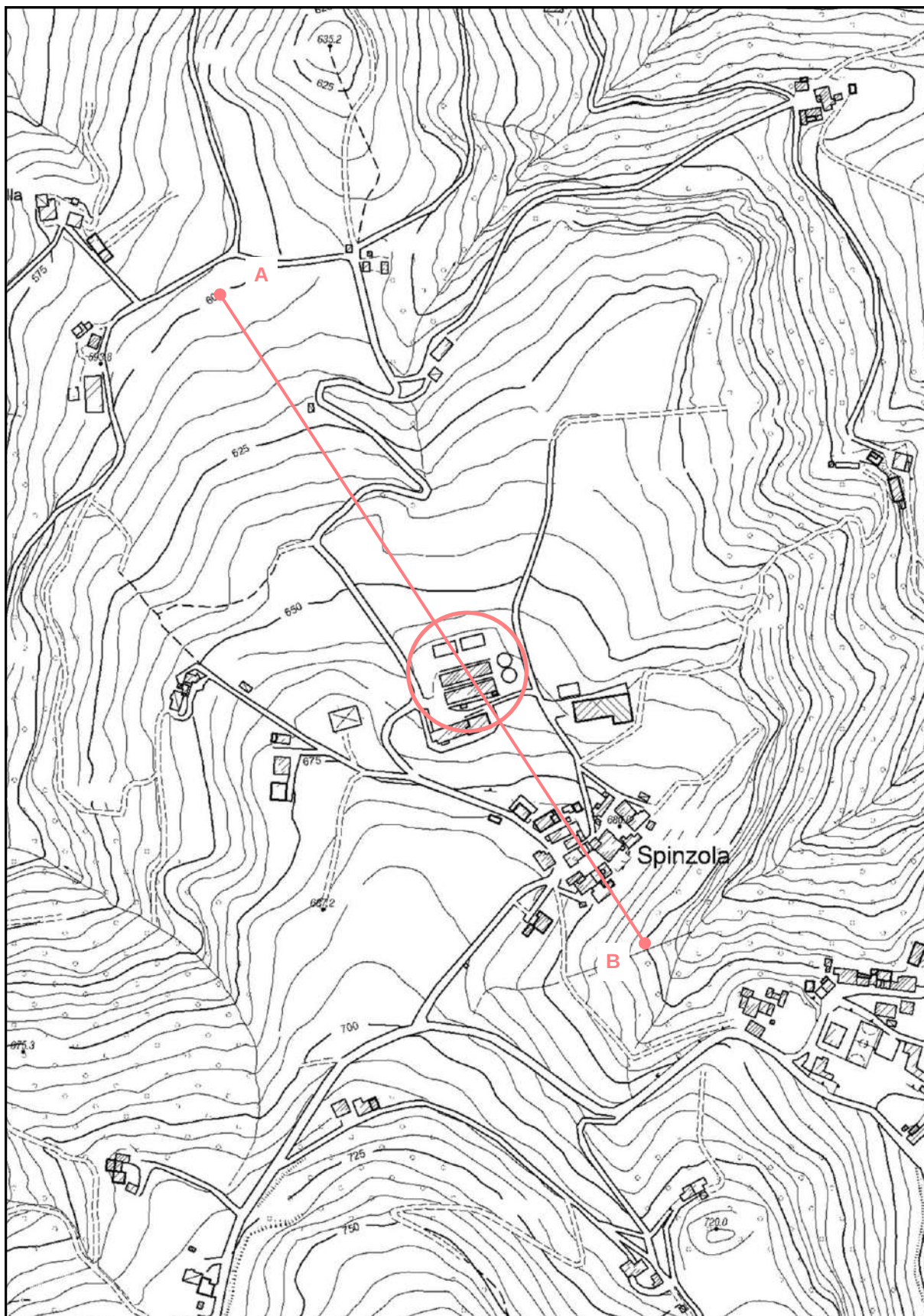


CARTOGRAFIA C.T.R.

Scala 1:5'000

ELEMENTO 236034, 236033

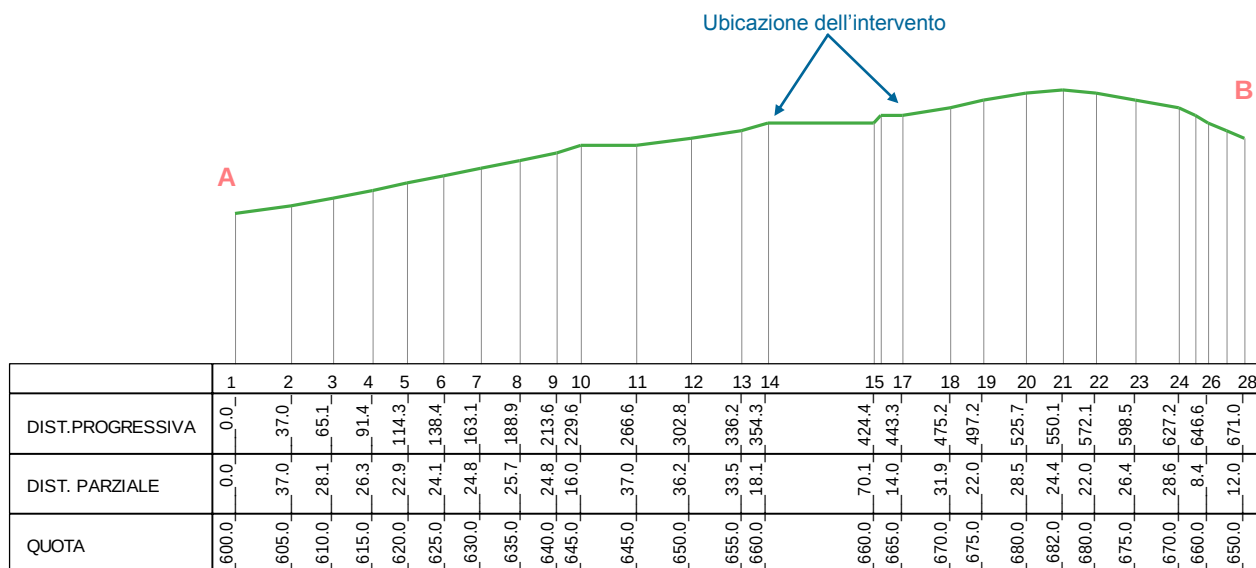
TAV. 3





SEZIONE TOPOGRAFICA

(Scala X = 1:5000 Scala Q = 1:5000)



MORFOMETRIA DEL VERSANTE

RILEVATO DALLA CARTA TECNICA REGIONALE

Scala 1:5000

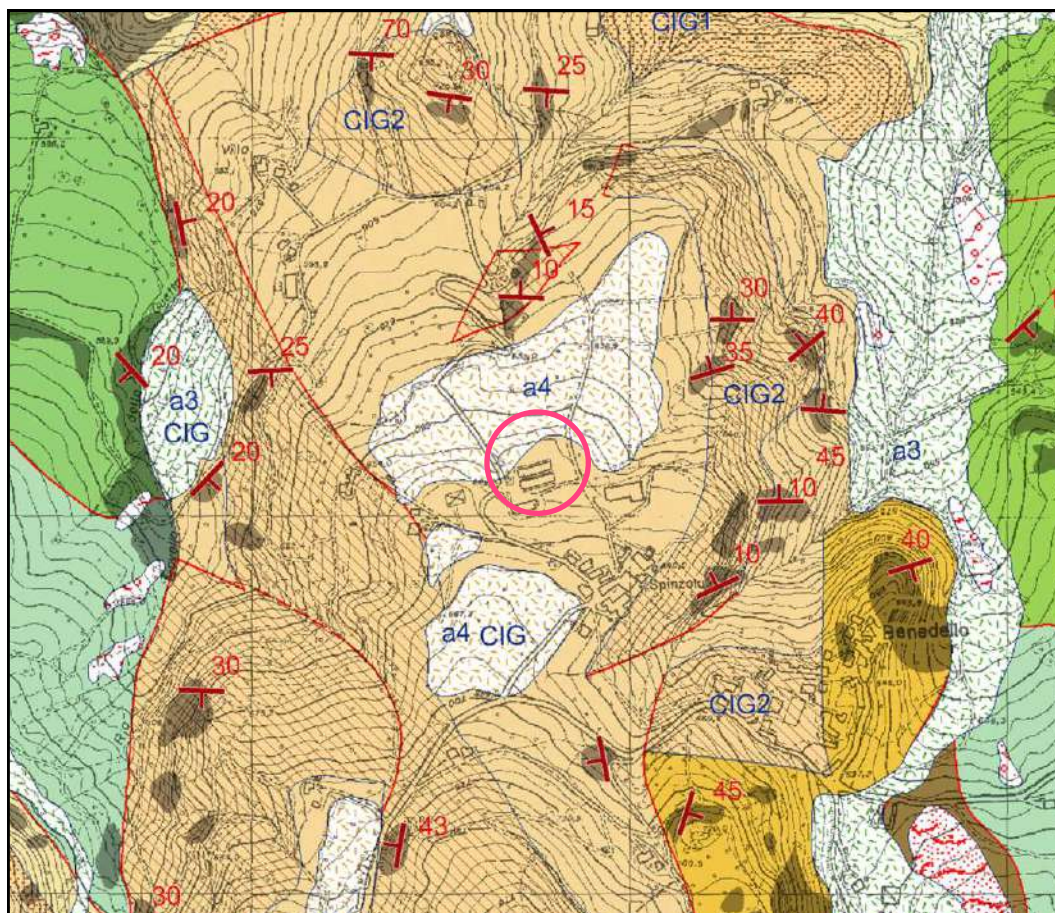
Pun.n°	D.Prog.	D.Parz.	Quota	Acc.%	Acc.°
0002.0	0037.0	0037.0	0605.0	013.5	007.7
0003.0	0065.1	0028.1	0610.0	017.8	010.1
0004.0	0091.4	0026.3	0615.0	019.0	010.8
0005.0	0114.3	0022.9	0620.0	021.8	012.3
0006.0	0138.4	0024.1	0625.0	020.8	011.7
0007.0	0163.1	0024.8	0630.0	020.2	011.4
0008.0	0188.9	0025.7	0635.0	019.4	011.0
0009.0	0213.6	0024.8	0640.0	020.2	011.4
0010.0	0229.6	0016.0	0645.0	031.3	017.4
0011.0	0266.6	0037.0	0645.0	000.0	000.0
0012.0	0302.8	0036.2	0650.0	013.8	007.9
0013.0	0336.2	0033.5	0655.0	014.9	008.5
0014.0	0354.3	0018.1	0660.0	027.6	015.5
0015.0	0424.4	0070.1	0660.0	000.0	000.0
0016.0	0429.2	0004.8	0665.0	103.6	046.0
0017.0	0443.3	0014.0	0665.0	000.0	000.0
0018.0	0475.2	0031.9	0670.0	015.7	008.9
0019.0	0497.2	0022.0	0675.0	022.8	012.8
0020.0	0525.7	0028.5	0680.0	017.5	009.9
0021.0	0550.1	0024.4	0682.0	008.2	004.7
0022.0	0572.1	0022.0	0680.0	009.1	005.2
0023.0	0598.5	0026.4	0675.0	018.9	010.7
0024.0	0627.2	0028.6	0670.0	017.5	009.9
0025.0	0638.2	0011.0	0665.0	045.3	024.4
0026.0	0646.6	0008.4	0660.0	059.9	030.9
0027.0	0659.0	0012.5	0655.0	040.2	021.9
0028.0	0671.0	0012.0	0650.0	041.7	022.7



CARTA GEOLOGICA CARG

Scala 1:10'000

TAV. 4



DESCRIZIONE DELLE UNITA' GEOLOGICHE PRESENTI IN CARTA

Depositi quaternari continentali

	a1 - Deposito di frana attiva di tipo indeterminato
	a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento
	a1d - Deposito di frana attiva per colamento lento
	a1g - Deposito di frana attiva complessa
	a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento
	a2c - Deposito di frana quiescente per espansione laterale
	a2d - Deposito di frana quiescente per colamento lento
	a2g - Deposito di frana quiescente complessa
	a2h - Deposito di frana quiescente per scivolamento in blocco
	a3 - Deposito di versante s.l.
	a4 - Deposito eluvio-colluviale
	d1 - Deposito eolico

Successione epiligure

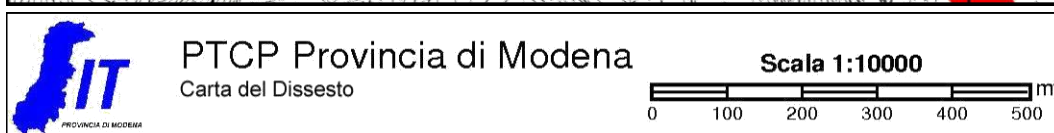
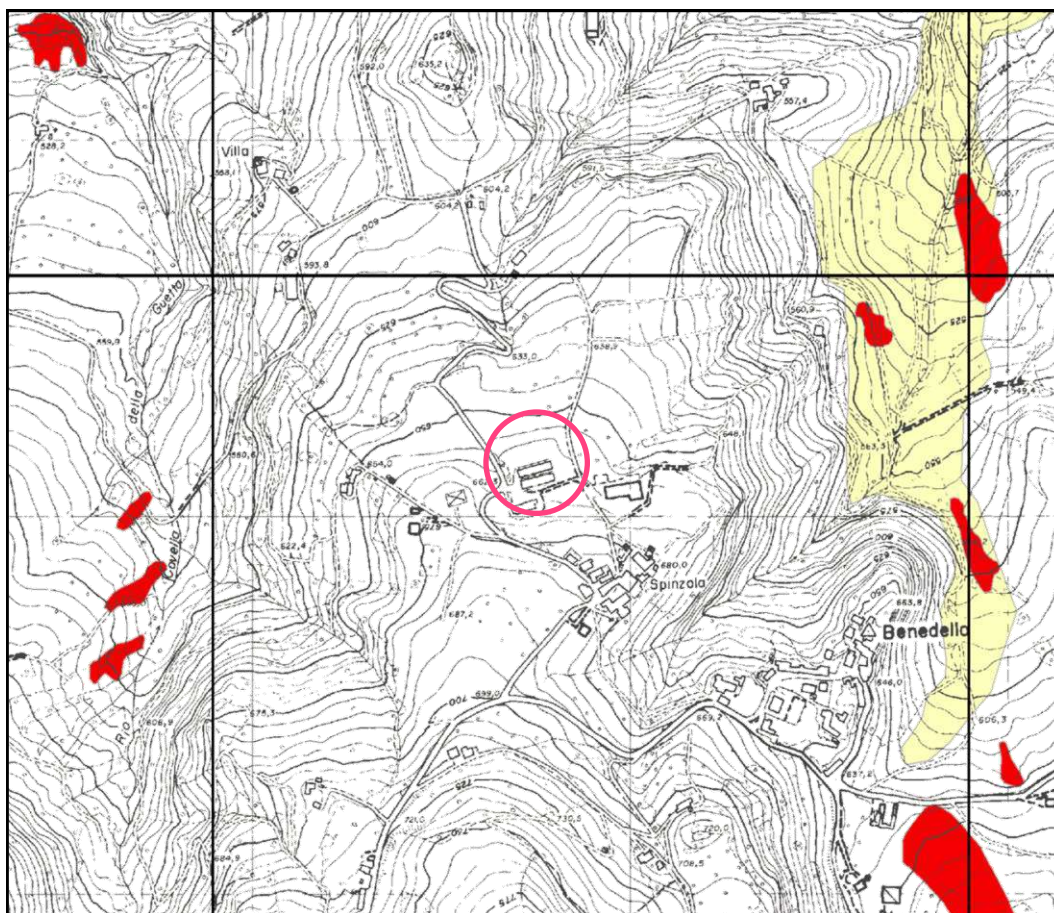
	CIG - Formazione di Cigarellino
	CIG2 - Formazione di Cigarellino - membro di Monte Luminasio
	CIG1 - Formazione di Cigarellino - membro di Montalto Nuovo
	PAT - Formazione di Pantano
	PAT2 - Formazione di Pantano - membro di Montecuccolo
	PAT1 - Formazione di Pantano - membro di Sassoguidano
	CTG - Formazione di Contignone
	MVT - Breccie argillose della Val Tiepido-Canossa
	ANT - Marne di Antognola

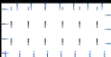
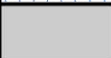


CARTA DEL DISSESTO PTCP

Scala 1:10'000

TAV. 5



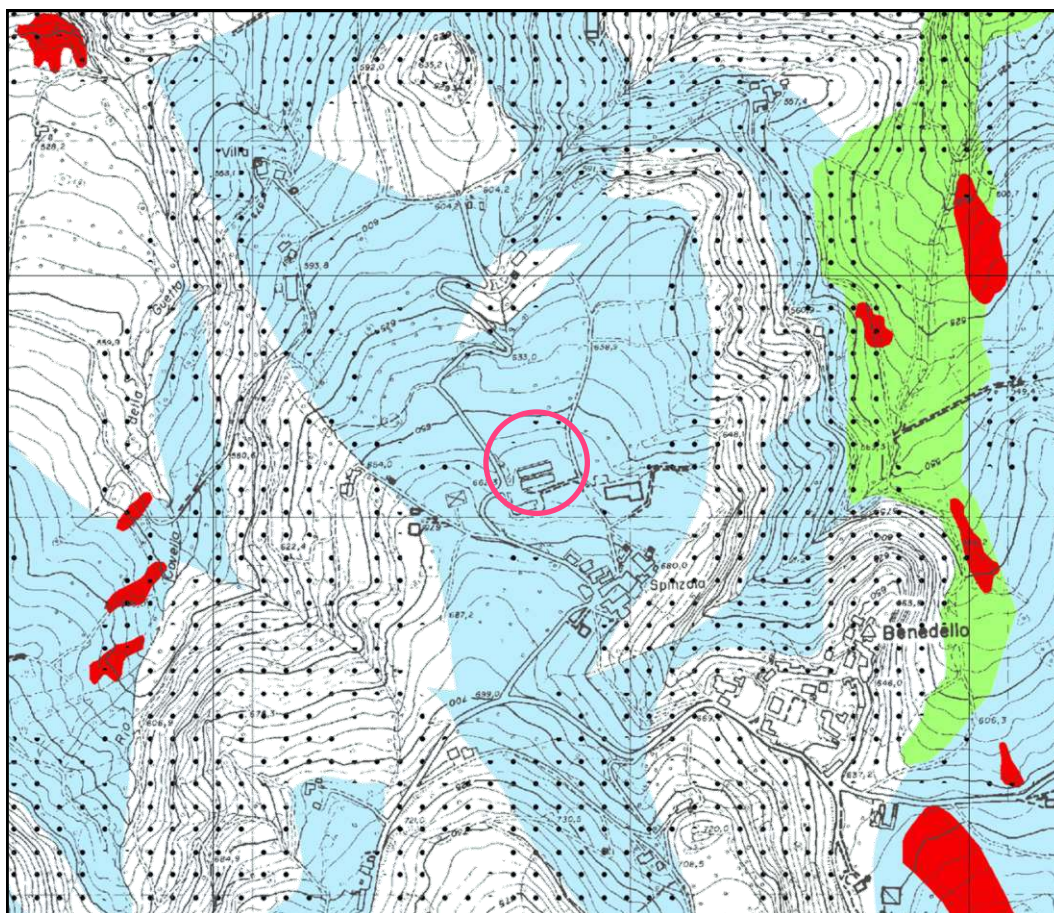
VOCI DI LEGENDA				
Zone ed elementi caratterizzati da fenomeni di dissesto e instabilità				
			Aree interessate da frane attive	Art.15
			Aree interessate da frane quiescenti	
Zone ed elementi caratterizzati da potenziale instabilità				
			Aree potenzialmente instabili	Art.16
Aree a rischio idrogeologico elevato e molto elevato				
	Codice scheda 2.1.1 NR	Abitati da consolidare o da trasferire (perimetrazione approvata ai sensi dell'art.29 comma 2 del PTPR)		Art.17
		Aree a rischio idrogeologico molto elevato		Art.18A
		Aree a rischio da frana perimetrate e zonizzate a rischio molto elevato (R4) ed elevato (R3)		Art.18B



CARTA DEL RISCHIO SISMICO

Scala 1:10'000

TAV. 6



Effetti attesi

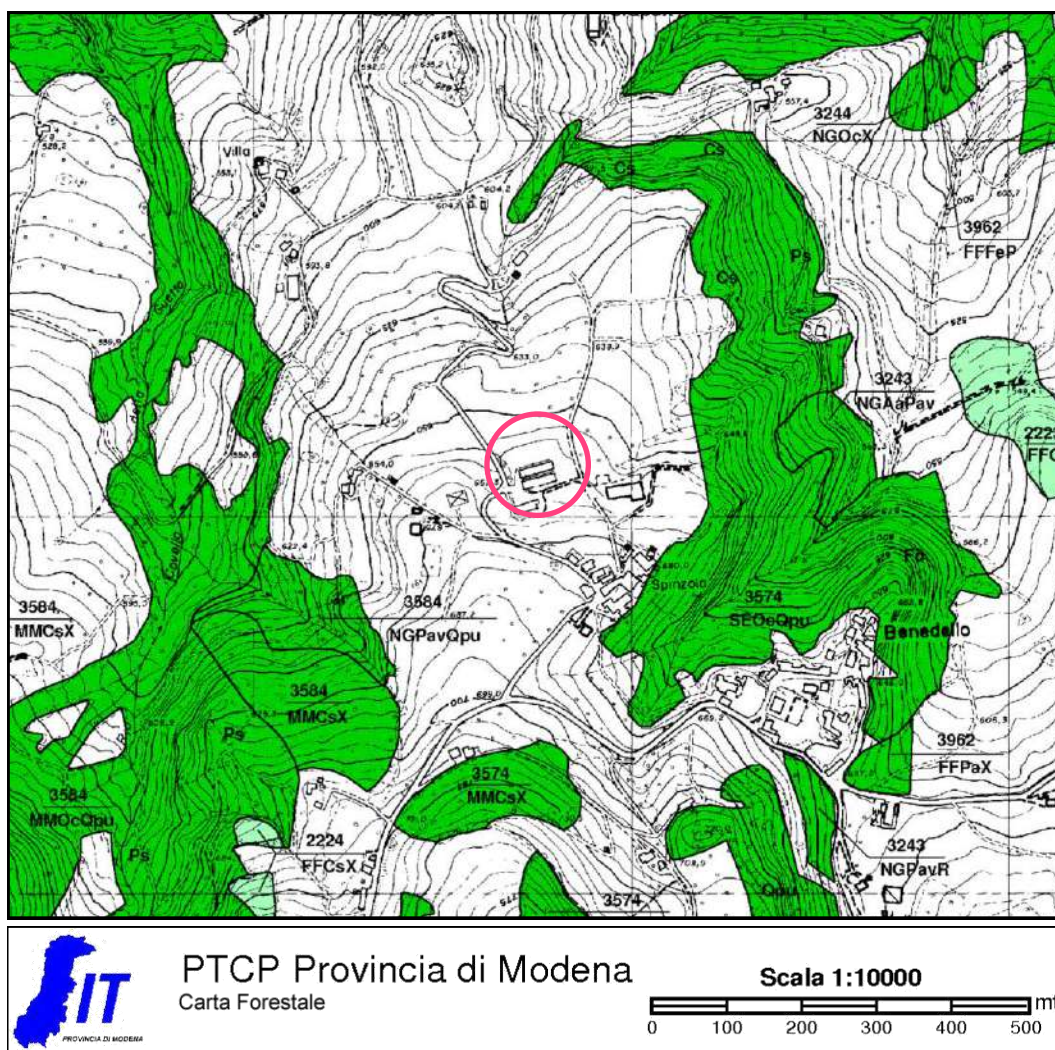
1	Area instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche <i>studi</i> ": valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche (nei casi in cui siano ammessi interventi); <i>microzonazione sismica</i> ": approfondimenti di III livello.
2	Area instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche <i>studi</i> ": valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità in condizioni dinamiche o pseudostatiche (nei casi in cui siano ammessi interventi); <i>microzonazione sismica</i> ": approfondimenti di III livello; nelle aree prossime ai bordi superiori di scarpate o a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche e nelle zone con accentuato contrasto di pendenza, lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia.
3	Area potenzialmente instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche <i>studi</i> ": valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche; <i>microzonazione sismica</i> ": approfondimenti di III livello.
4	Area potenzialmente instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche <i>studi</i> ": valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche; <i>microzonazione sismica</i> ": approfondimenti di III livello; nelle aree prossime ai bordi superiori di scarpate o a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche e nelle zone con accentuato contrasto di pendenza, lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia.
5	Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche <i>studi</i> ": valutazione del coefficiente di amplificazione litologico; <i>microzonazione sismica</i> ": approfondimenti di II livello.



CARTA FORESTALE PTCP

Scala 1:10'000

TAV. 7



LEGENDA

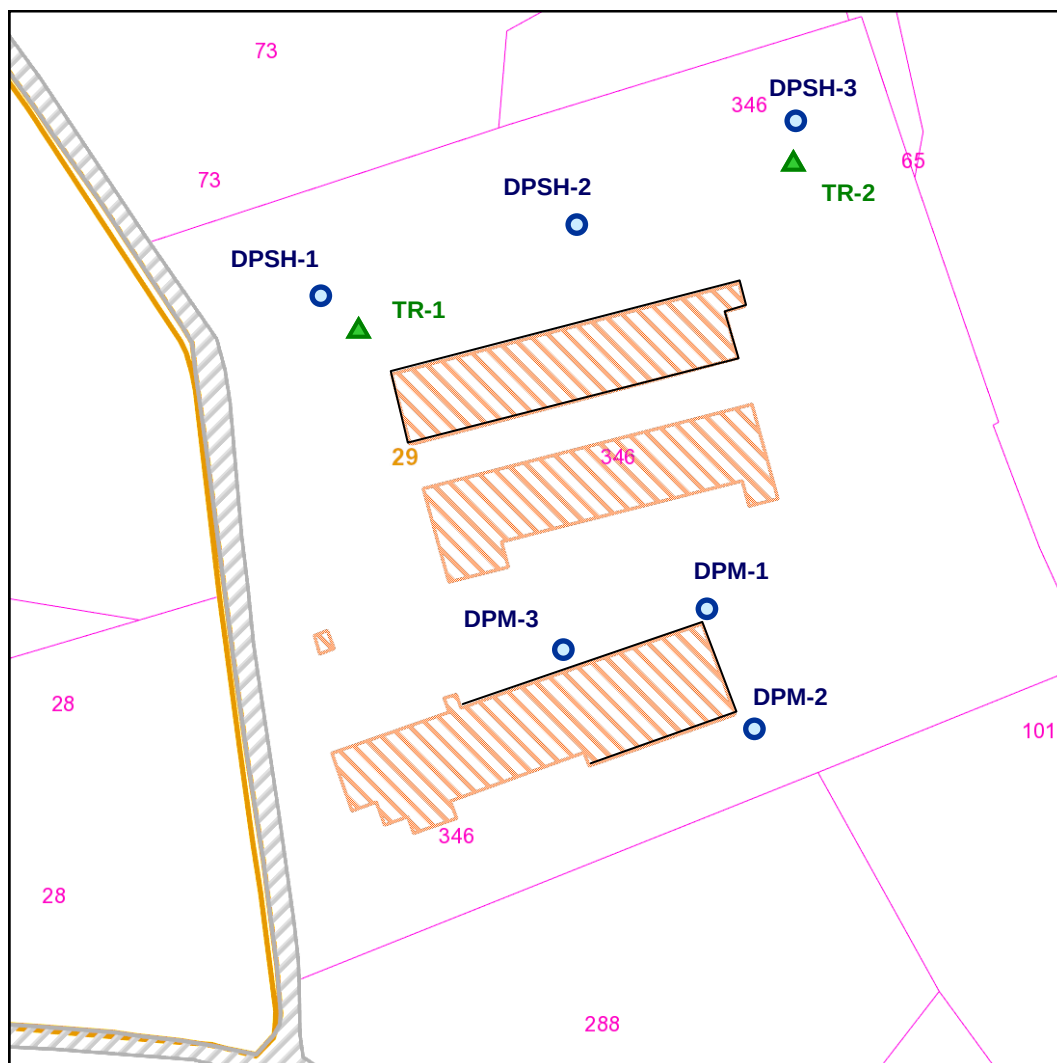
- Area Forestale
- Area Agricola: colture permanenti
- Area Urbana: parco e/o giardino



ESTRATTO CATASTALE CON PROVE GEOGNOSTICHE

Scala 1:1000

TAV. 8



COMUNE : PAVULLO NEL FRIGNANO

FOGLIO : 29

MAPPALE : 346

○ PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

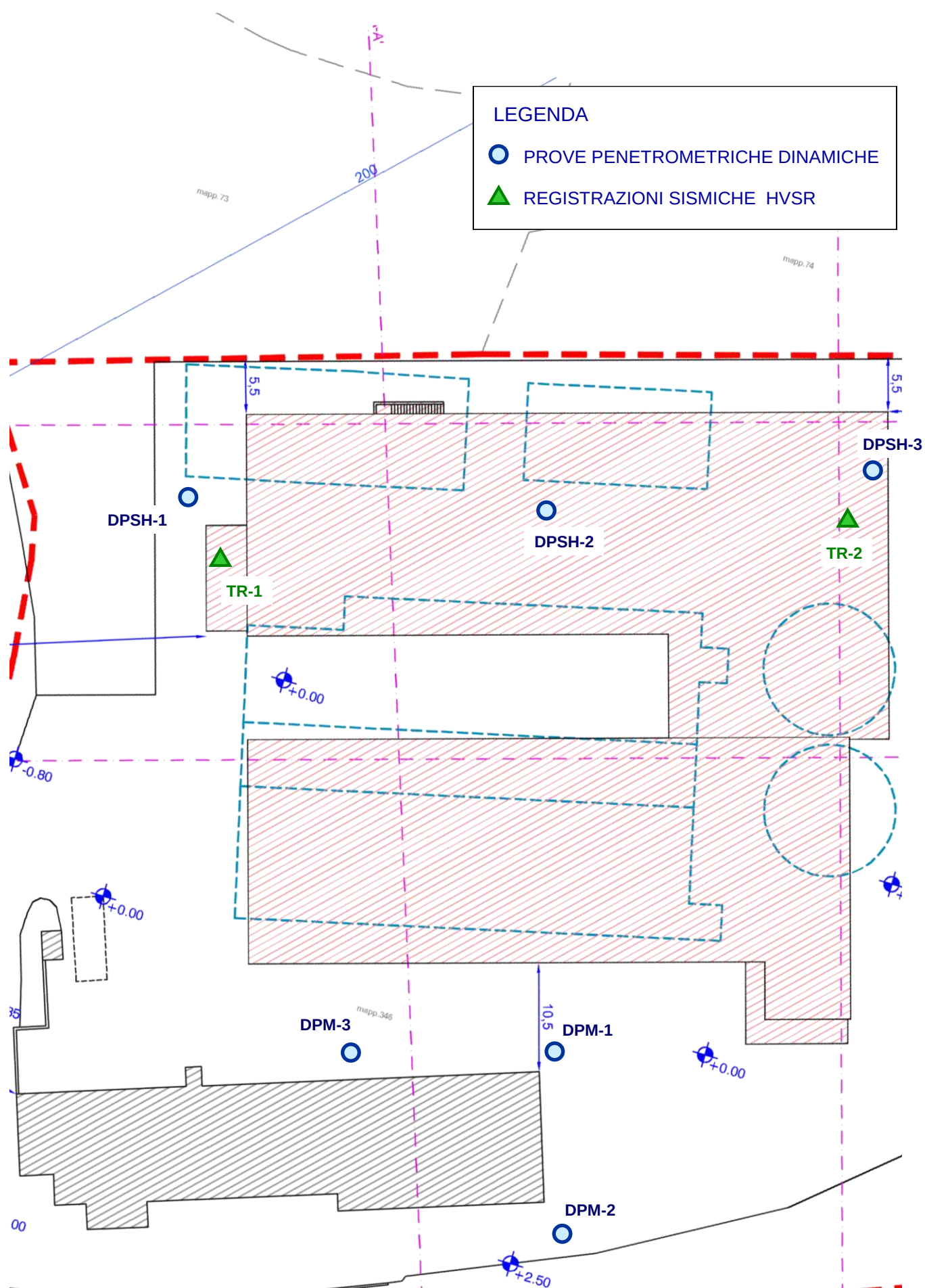
▲ REGISTRAZIONI SISMICHE HVSR



PLANIMETRIA STATO PROGETTO CON PROVE GEOGNOSTICHE

Scala 1:500

TAV. 9



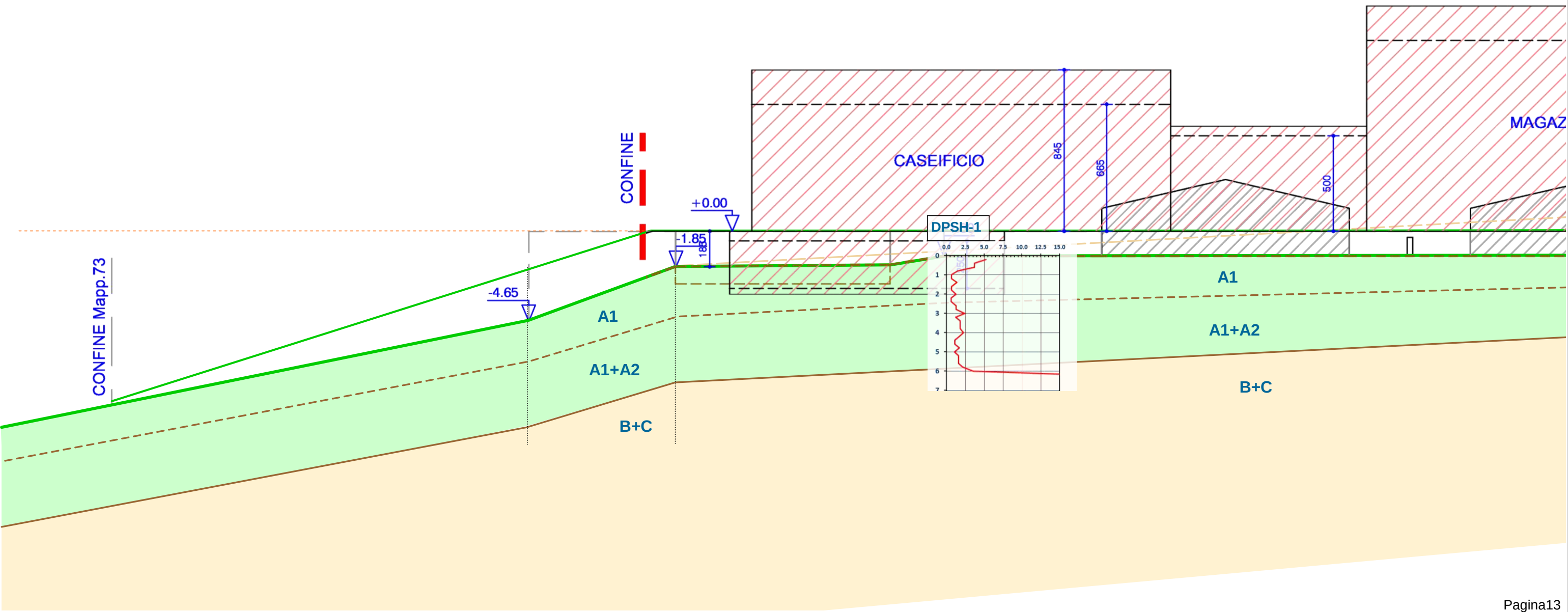
A	A1	Terreni Limosi poco consistenti	Nspt<8
	A2	Terreni Limosi consistenti	8<Nspt<15
B		Rocchia alterata compatta	15<Nspt<30
C		Rocchia estremamente compatta	Nspt>30

$\gamma \sim 18 \text{ KN/m}^3$
 $\phi'_k \sim 18^\circ$
 $C'_k \sim 5 \text{ KPa}$
 $Cu_k \sim 25 \text{ KPa}$

$\gamma \sim 19 \text{ kN/m}^3$
 $\phi'_k \sim 21-22^\circ$
 $C'_k \sim 10-15 \text{ kPa}$
 $Cu_k \sim 50 \text{ kPa}$

$$\begin{aligned}\gamma &\sim 20 \text{ KN/m}^3 \\ \phi'_k &\sim 24^\circ \\ C'_k &\sim 20 \text{ KPa} \\ Cu_k &\sim 100 \text{ KPa}\end{aligned}$$
$$\begin{aligned}\gamma &\sim 21 \text{ KN/m}^3 \\ \phi'_k &> 28^\circ \\ C'_k &> 35 \text{ KPa}\end{aligned}$$

TAV.11a





UNITA' STRATIGRAFICHE			
A	A1	Terreni Limosi poco consistenti	Nspt<8
	A2	Terreni Limosi consistenti	8<Nspt<15
	B	Roccia alterata compatta	15<Nspt<30
C		Roccia estremamente compatta	Nspt>30

UNITA' A1 (Terreni Limosi poco consistenti 4<Nspt<8)			
γ	~ 18 KN/m ³		
ϕ'_k	~ 18°		
C'_k	~ 5 KPa		
Cu_k	~ 25 KPa		

UNITA' A2 (Terreni Limosi consistenti 8<Nspt<15)			
γ	~ 19 KN/m ³		
ϕ'_k	~ 21-22°		
C'_k	~ 10-15 KPa		
Cu_k	~ 50 KPa		

UNITA' B (Roccia Alterata Compatta 15<Nspt<30)			
γ	~ 20 KN/m ³		
ϕ'_k	~ 24°		
C'_k	~ 20 KPa		
Cu_k	~ 100 KPa		

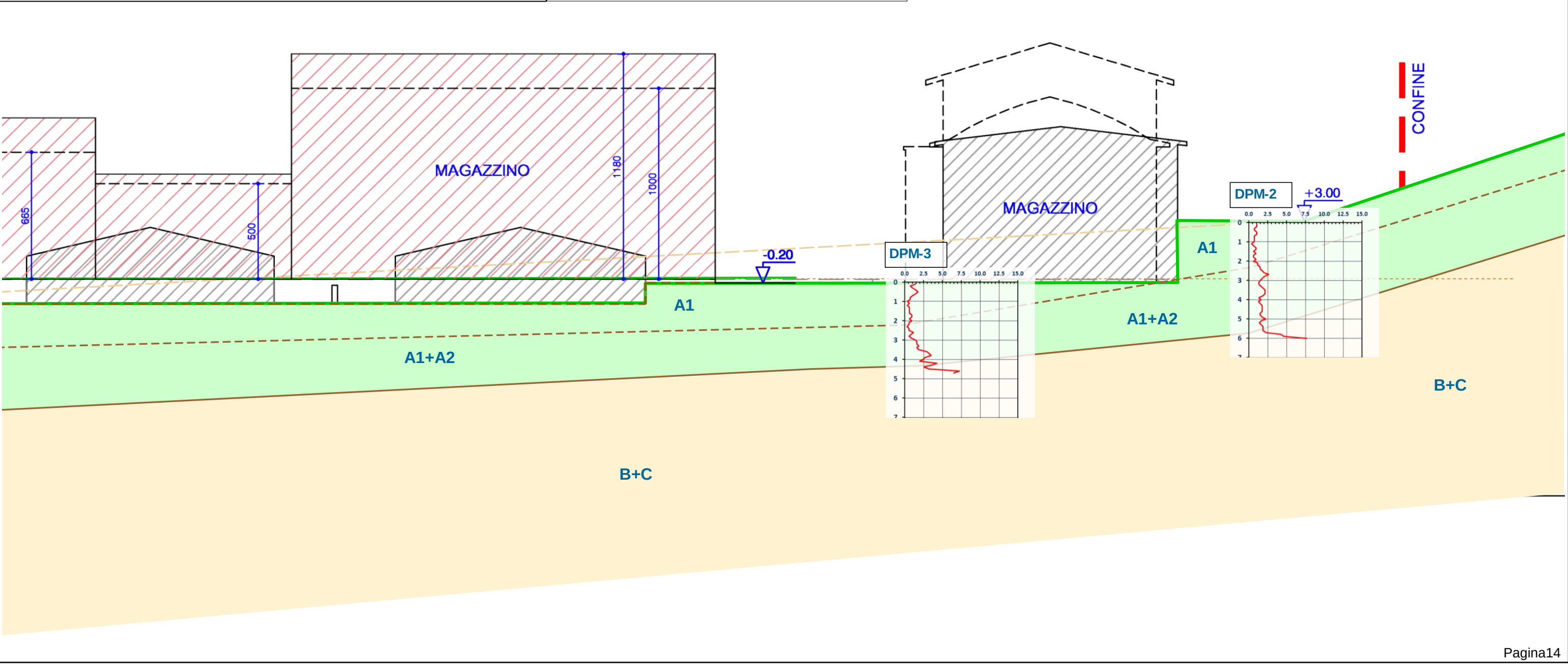
UNITA' C (Roccia Estremamente compatta Nspt>30)			
γ	~ 21 KN/m ³		
ϕ'_k	> 28°		
C'_k	> 35 KPa		

SEZIONE GEOTECNICO-STRATIGRAFICA A-A

TAVOLA 2/2

Scala 1:200

TAV.11b





1. RELAZIONE GEOLOGICA

1.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il sito in esame è ubicato poco a Nord-Ovest di *Benedello* presso il nucleo edificato di *Spinzola*.

Dal punto di vista geologico il sito si colloca su depositi di versante costituiti da litotipi eterogenei ed eterometrici in matrice pelitica accumulatisi per gravità e ruscellamento e su depositi eolici e colluviali costituiti da sabbie limi e argille notevolmente pedogenizzati (a4).

Questi depositi hanno di norma spessori limitati a 2-3 metri per cui per l'area in oggetto non vengono cartografati (vedi sia *Carta Geologica CARG* che *Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo* a scala 1:10.000).

I depositi derivano dal disfacimento della *Formazione di Cigarello*, qui caratterizzata da arenarie localmente calcarenitiche e da peliti in strati risedimentati (CIG).

Nel settore più orientale affiorano le unità dei complessi di base sulle quali si impostano piccole frane attive (a1) e quiescenti (a2); questi movimenti franosi rimangono comunque al di fuori di ogni influenza sul sito in questione.

L'area a Sud del sito, nei pressi di *Pian di Scuola*, si presenta come una depressione allungata in direzione Nord-Sud e cinta tutta attorno da promontori costituiti dalle arenarie e calcari.

Nella depressione, che risulta ad incerto drenaggio, si sono accumulati abbondanti depositi di origine eluviale e colluviale (a4).

La direzione e l'immersione degli strati della *Formazione di Cigarello* (CIG), come evidenziato dalla cartografia e dal rilievo, presenta un assetto con prevalenza dell'immersione verso Sud e quindi a reggipoggio rispetto al versante considerato.

Il reticolo idrografico risulta principalmente costituito da fossi anonimi che convogliano le loro acque verso Nord - Nord/Ovest in direzione del *Rio Benedello*. Il *Rio Benedello*, che scorre circa 1.5 Km più a Nord, è affluente in sinistra idrografica del *Fiume Panaro*. Il bacino idrografico principale è quello del *Fiume Panaro*.



1.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico poco distante dall'area affiorano i terreni Epiliguri e in particolare le formazioni più arenacee (PAT) e marnose (CIG) del *Gruppo di Bismantova*.

Sotto questa denominazione può essere compresa tutta una serie di corpi sedimentari differenziabili a seconda della natura litologica o sedimentologica, oppure in base alla loro posizione stratigrafica. Il Gruppo di Bismantova, diffuso dal Monferrato alla Val Marecchia, affiora molto estesamente nel Modenese e nel Bolognese. Nella *Carta Geologica CARG* due unità principali affioranti nell'area esaminata: CIG e PAT

Depositi quaternari continentali

a3 - Deposito di versante s.l.

Deposito costituito da litotipi eterogenei ed eterometrici più o meno caotici. Frequentemente l'accumulo si presenta con una tessitura costituita da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa (che può essere alterata per ossidazione e pedogenesi), a luoghi stratificato e/o cementato. La genesi può essere dubitativamente gravitativa, da ruscellamento superficiale e/o da soliflusso.

a6 - Detrito di falda

Accumulo detritico costituito da materiale eterogeneo ed eterometrico, generalmente a quote elevate o molto elevate, con frammenti litoidi di dimensioni variabili tra qualche cm3 e decine di m3, privo di matrice o in matrice sabbioso-pelitica alterata e pedogenizzata, di origine gravitativa frequentemente alla base di scarpate e lungo i versanti più acclivi.

a4 - Deposito eluvio-colluviale

Sabbie fini, limi e limi argillosi in genere notevolmente pedogenizzati, su paleosuperfici.

b1 - Deposito alluvionale in evoluzione

Ghiaie, talora embriciate, sabbie e limi argillosi di origine fluviale, attualmente soggetti a variazioni dovute alla dinamica fluviale; detrito generalmente incoerente e caotico, costituito da clasti eterometrici ed eterogenei, talora arrotondati, in matrice sabbiosa, allo sbocco di impluvi e valli secondarie. Sono talora fissati da vegetazione (b1a).

Successione epiligure

CIG - Formazione di Cigarellò

Marne siltoso-sabbiose, talora argillose, grigie, grigio scure o beige se alterate, bioturbate e fossilifere. Stratificazione generalmente poco evidente per l'assenza di livelli grossolani e per la bioturbazione. Localmente affiorano intervalli di strati sottili arenaceo-pelitici tabulari con A/P < 1 o litofacies marnose franche. Ambiente di sedimentazione di piattaforma esterna e scarpata-bacino. Il limite inferiore è per alternanza o sfumato con PAT. Lo potenza varia da qualche decina di metri a circa 200 m. *Langhiano - Serravalliano*

CIG2 - Formazione di Cigarellò - membro di Monte Luminasio

Arenarie fini e medie, localmente biocalcareni e litareniti grossolane e microconglomeratiche, alternate a peliti siltose grigie, in strati da sottili a molto spessi, prevalentemente tabulari. Rapporto A/P >1. Intercalazioni metriche e decametriche di peliti sabbiose. Corpi arenacei lenticolari intercalati a varie altezze stratigrafiche. Torbidi di scarpata bacino. Potenza variabile da 0 a 100 m circa. *Langhiano - Serravalliano*

CIG1 - Formazione di Cigarellò - membro di Montalto Nuovo

Alternanze di arenarie finissime bioturbate e silti o peliti marnoso-sabbiose in strati da sottilissimi a medi; verso l'alto arenarie bioturbate in strati metrici e peliti marnose. Potenza massima di poche decine di metri. Ambiente di piattaforma esterna. Passaggio sfumato su PAT. *Langhiano - Serravalliano*



1.3 IDROGEOLOGIA

Le acque superficiali sono convogliate in una serie di rivoli con direzione prevalente Sud-Nord che convogliano le loro acque verso una serie di fossi anonimi posti poco a Est del *Rio Covella*.

La permeabilità dei terreni, facenti parte dell'area oggetto di indagine, è presumibilmente mista: la componente primaria è comunque prevalente per la natura pelitico -argillosa dei depositi e-luviali, colluviali e di versante qui accumulatisi.

La collocazione dell'intervento non turberà in alcun modo il regime delle acque superficiali e/o sotterranee.

1.4 PROCESSI EROSIVI E GRADO DI STABILITA'

I processi erosivi ad opera delle acque superficiali e di ruscellamento sono contenuti presso il sito studiato per l'abbondante copertura vegetale, ma soprattutto per il basso grado di acclività e le buone caratteristiche meccaniche del litotipo. Tali processi sono invece più accentuati nei settori più orientali e occidentali.

Nella *Carta del Dissesto* estratta dal PTCP non vengono riportati fenomeni di dissesto e/o instabilità nell'area in oggetto.

Le operazioni di sbancamento andranno tuttavia effettuate con l'opportuna cautela verificando le condizioni del litotipo.

Osservando la sezione A-A dello stato di fatto (vedi anche tavola 8a a pagina 13) si nota che verranno fatti riporti verso la parte di valle dell'intervento con un rilevato antropico di altezza modesta ma che comunque, viste le modeste caratteristiche dei depositi superficiali vuole impostato con una acclività moderata ed eventualmente un intervento stabilizzante al piede.

Nel paragrafo 3.2.1 vengono sviluppati calcoli di stabilità nello stato attuale ed in quello di progetto con le opportune prescrizioni per raggiungere la stabilità in ogni condizione. In ogni caso i fabbricati principali verranno fondati su pali che dovranno spingersi ad almeno -10 metri dal p.c. in modo da raggiungere ovunque il substrato marnoso (per i calcoli sulla lunghezza dei pali in rapporto ai previsti carichi si rimanda al §.3.2.2.)



In conclusione, una corretta esecuzione delle opere non pregiudicherà il grado di stabilità dell'area.

1.5 INDAGINI GEOGNOSTICHE E PARAMETRI NOMINALI

E' stato eseguito un sopralluogo per caratterizzare dal punto di vista geologico, geomorfologico e geofisico l'area.

Dall'analisi morfologica è emerso che il versante è strutturalmente costituito da arenarie, calcari e marne riconducibili alla *Formazione di Gigarello del Gruppo di Bismantova*, ricoperte da depositi di varia natura e di spessore importante (medio 6 metri).

Sono state esaminate 3 prove penetrometriche dinamiche pregresse di tipo medio DPM ubicate come riportato nella tavola 8 e nell'allegato A, eseguite nel 2004 per l'ampliamento del caseificio.

Quindi per il presente lavoro sono state eseguite altre 3 prove penetrometriche dinamiche di tipo super pesante. Anche queste prove individuano depositi superficiali fino a 6 metri di spessore.

Infine, per ricavare la frequenza di sito, per calcolare la velocità delle onde S nel terreno, per classificare il sito secondo il metodo semplificato descritto nel DM 17/01/2018 è stata utilizzata una sismica pregressa HVSR (TR-1) effettuata nel 2017 ed inoltre è stata eseguita una nuova registrazione sismica, a stazione singola (TR-2) nei pressi della prova penetrometrica dinamica DPSH-3

1.5.1 Prova Penetrometrica Dinamica

Per la ricostruzione stratigrafica e la caratterizzazione geotecnica del terreno sono state selezionate 3 prove: la DPSH-01 e la DPSH-03 eseguite per il presente progetto e la DPM-01 eseguita in passato per la ristrutturazione del fabbricato a monte.

Possiamo utilizzare le relazioni esistenti in letteratura fra il numero dei colpi del penetrometro dinamico e il numero dei colpi dello Standard Penetration Test (Nspt).

Per un comportamento del materiale prevalentemente coesivo, si devono consultare le colonne con la dicitura "Natura Coesiva"; per un comportamento prevalentemente incoerente le colonne sotto la dicitura "Natura Granulare".



TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPSH-01
(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO						LOCALITA': SPINZOLA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 13/07/2022					
NOME FILE						PENETROMETRO DPSH					
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
[m]	[media]	[media]	φ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa2 [kN/m ²]	σ _v [kN/m ²]	R _{pd} [kN/m ²]	Qa3 [kN/m ²]
0.6	5.7	16.0	30.5	11380	88	107	9617	186	5.6	4221	211
2.4	1.3	3.7	22.4	2648	85	25	2238	52	26.7	912	46
4.2	2.9	6.5	24.8	4632	227	44	3915	94	58.2	1730	87
5.8	2.8	5.6	24.1	3955	308	37	3343	94	88.7	1497	75
6.0	7.0	13.6	29.3	9668	638	91	8170	191	105.0	3540	177
6.6	38.3	73.2	45.0	51968	5992	490	43917	878	113.1	19386	969

TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPSH-03
(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: CASEIFICIO SOCIALE BENEDELLO						LOCALITA': BENEDELLO					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 13/07/2022					
NOME FILE						PENETROMETRO DPSH					
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
[m]	[media]	[media]	φ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa2 [kN/m ²]	σ _v [kN/m ²]	R _{pd} [kN/m ²]	Qa3 [kN/m ²]
0.6	7.0	19.9	32.2	14099	116	133	11914	230	5.7	5214	261
2.4	3.0	8.6	26.3	6102	136	58	5156	108	27.6	2059	103
3.0	5.3	12.9	28.9	9180	308	87	7758	165	49.3	3363	168
5.2	2.9	6.4	24.8	4573	278	43	3865	99	74.7	1679	84
5.8	5.3	10.7	27.6	7589	508	72	6413	156	99.9	2850	142
6.2	2.0	4.0	22.8	2855	321	27	2412	82	109.0	1011	51
7.4	9.5	17.7	31.2	12538	958	118	10596	244	124.0	4680	234
8.2	4.5	8.2	26.1	5841	597	55	4936	142	142.9	2114	106
9.4	34.0	56.5	41.7	40096	6340	378	33884	702	162.5	15146	757
10.4	18.6	30.5	36.3	21652	2634	204	18298	412	184.8	7882	394
10.8	47.5	73.6	45.0	52236	9863	493	44143	911	199.0	19786	989

TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPM-03
(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO						LOCALITA': SPINZOLA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 26/01/2004					
NOME FILE						PENETROMETRO DPM					
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
[m]	[media]	[media]	φ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa2 [kN/m ²]	σ _v [kN/m ²]	R _{pd} [kN/m ²]	Qa3 [kN/m ²]
0.6	3.7	5.2	23.8	3695	35	35	3123	62	5.4	1308	65
2.5	2.1	3.1	21.7	2186	82	21	1847	45	27.6	662	33
2.9	3.0	4.4	23.0	3096	154	29	2616	66	48.0	881	44
3.5	6.2	8.2	26.1	5838	255	55	4934	113	57.2	1685	84
4.1	10.5	12.9	28.9	9191	415	87	7767	171	68.6	2808	140
4.5	13.5	16.0	30.4	11368	566	107	9606	210	78.3	3373	169
4.7	27.5	29.2	35.9	20764	1203	196	17547	364	84.2	6871	344

H = Profondità del letto dello strato elementare	
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento	
N _{1,60} = Numero dei colpi della prova SPT normalizzati	
φ° = N _{1,60} = (15 · N _{1,60}) ^{1/2} + 15 (Road Bridge Specificazion)	
Mo = 710 · N _{1,60} [Modulo Confinato]	[kN/m ²] (Farrent)
Qa1 = [(h · γ' · N _q) + (½ · b · γ' · N _γ)] / 3	[kN/m ²] (Qa Terzaghi; N _q , N _γ Meyerhof)
Cu = 6.7 · N _{1,60}	[kN/m ²] (Terzaghi)
Ed = 600 · N _{1,60} [Modulo Edometrico]	[kN/m ²] (Stroud & Butler)
Qa2 = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3	[kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)
R _{pd} = M ² · H / [A · e · (M + P)]	[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = (R _{pd} / 15+30); Qa = (R _{pd} / 20)	[kN/m ²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)

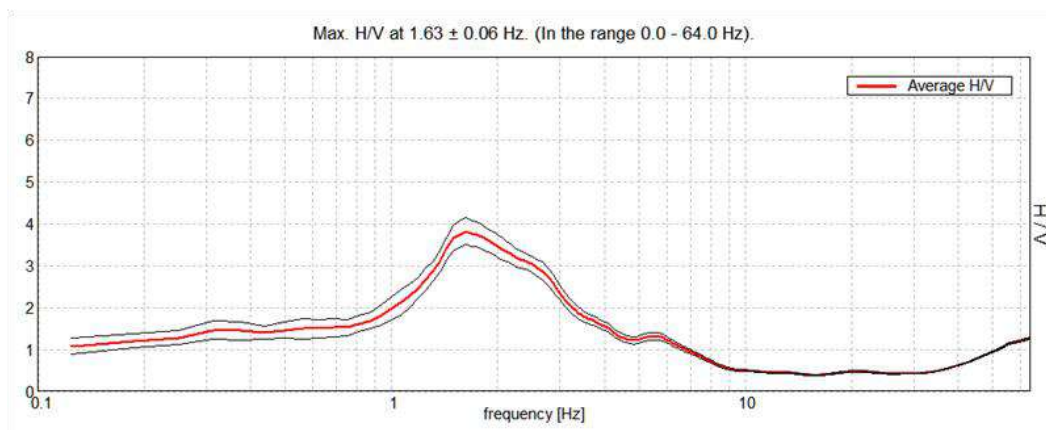


1.5.2 Registrazione Sismica

Le misure delle Vs30 sono state ottenute dalla frequenza di oscillazione del sito misurata con tromografo Micromed. La misura si basa sulla registrazione dei microtremori tramite i rapporti spettrali (H/V) fra le componenti orizzontali e verticali del moto (Noghoishi e Igarashi 1970). La frequenza fondamentale di risonanza (Fr) dello strato relativa alle onde S è pari a:

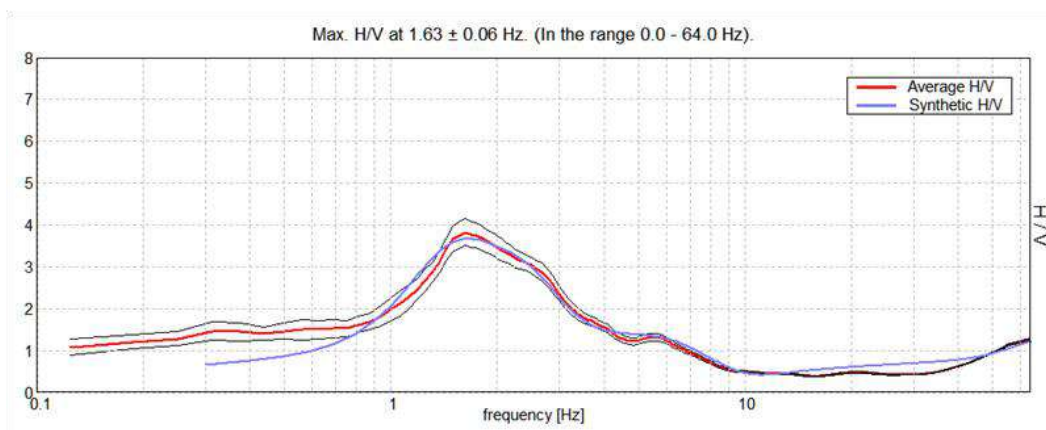
$$Fr = V_s / (4 \cdot h)$$

Di seguito si riporta il grafico H/V-Hz della prova sismica TR-1:



Estendendo il ragionamento a tutti gli strati ed eseguendo l'inversione della velocità con ricostruzione teorica del grafico delle frequenze si ottiene la ricostruzione stratigrafica e le Vs.

Nel grafico in basso, il confronto fra la curva H/V teorica (blu) e quella sperimentale (rosso).





2. RELAZIONE SISMICA

2.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA

In base alla classificazione contenuta nell'ordinanza del PCM. n° 3274 del 20 Marzo 2003, il comune di *Pavullo nel Frignano* ricade nella Zona Sismica n°3 con $a_g = 0.15$ g.

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a_g/g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Nelle recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/01/2008 e DM 17/01/2018) l'accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale, non viene più riferita ai territori comunali, ma ad una griglia di riferimento specifica.

Quindi per ottenere i parametri di riferimento bisogna introdurre la latitudine e la longitudine del luogo e il tempo di ritorno: ad esempio, per il sito in questione, con un $T_r=475$ anni si ottiene una accelerazione massima $a_g = 0.159$ g

Anche nel DM 17/01/2018, per l'approccio semplificato, il suolo viene suddiviso nelle classiche cinque classi:

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>



La classificazione avviene in base alla velocità delle onde S nel terreno, entro i primi 30 m di profondità dal p.c.

Se non si è in possesso della velocità delle onde S la normativa più recente (DM 17/01/2018) non prevede più le correlazioni fra la velocità delle onde S e il numero dei colpi dello Standard Penetration Test (N_{spt}) oppure fra le Vs e le Cu.

2.1.1 Classificazione del suolo in base alle V_{s30}

Per il calcolo della V_{s30} equivalente, rappresentativa dell'intero pacco di strati di 30 m di spessore, si ricorre alla relazione:

$$V_{s30} = 30 / \sum (h_i / V_{s30i})$$

Le misure delle V_{s30} sono state ottenute dalla frequenza di oscillazione del sito misurata con tromografo Micromed. Per i dettagli si rimanda al paragrafo 1.5.2 ed all'allegato B.

Si riporta la registrazione sismica TR-1 eseguita in prossimità della prova penetrometrica dinamica DPSH-1:

base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.30	0.30	105	0.40
2.30	2.00	180	0.40
6.50	4.20	170	0.40
19.50	13.00	310	0.35
40.50	21.00	415	0.35
79.50	39.00	620	0.35
159.50	80.00	830	0.35
inf.	inf.	1100	0.35

Elaborando le varie velocità secondo la formula precedente si ottiene per una profondità $h=0$ m dal p.c. una $V_{s30} = 283$ m/s.

Quindi sulla base della tabella 3.2.II (vedi pagina 21), riportata dal DM 17/01/2018, abbiamo $180 < V_{s30} < 360$ m/s, le caratteristiche meccaniche migliorano con la profondità e dunque siamo in corrispondenza di una classe sismica di suolo C.

Anche la seconda registrazione sismica ha fornito velocità delle onde trasversali simili e comunque sempre inferiori a 360 m/s.



2.2 SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO (DM 17/01/2018)

Ai fini del DM 14/09/2005 e successive modifiche e dell'OPCM 3274 va definito lo spettro di risposta elastico, in accelerazione, per il sito in esame. Tale spettro indica, per ciascuna frequenza, la risposta allo scuotimento massimo (da terremoto) di un oscillatore elastico smorzato semplice (che rappresenta un edificio teorico 'tipo') con frequenza propria pari alla frequenza considerata.

Secondo l'ultima versione del DM 17/01/2018 (§ 3.2.3.2.1) tale spettro va calcolato secondo le formule sottostanti che valgono per le componenti orizzontali del moto del suolo.

Forma dello spettro elastico di riferimento

Accelerazione. Componenti orizzontali.

§.3.2.3.2.1

$$0 \leq T < T_B \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

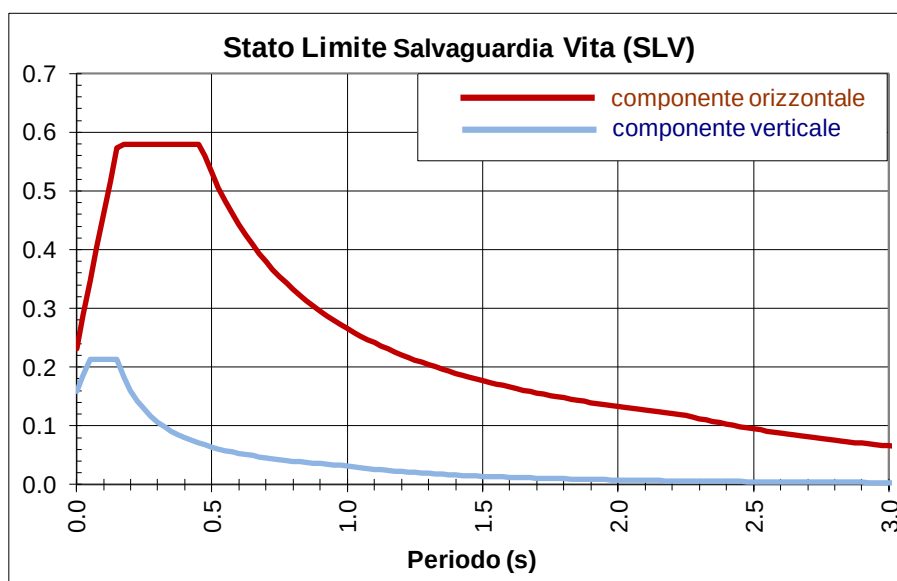
$$T_C \leq T < T_D \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

$S = S_S \times S_T$	coeff. ampl. stratigrafica x coeff. ampl. topografica tab.3.2V-VI
$\eta = (10 / (5 + \xi))^{1/2}$	ξ è lo smorzam. in % (normalmente 5%, diversamente si valuta in base alle caratteristiche dell'edificio)
F_o	fatt. amplif. spettrale max orizz. (> 2.2, allegato alla norma)
$T_c = C_c \times T_c^*$	(C_c in tab.3.2V e T_c^* in allegato alla norma)
$T_B = T_c / 3$	
$T_D = 4 a_g / g + 1.6$	

Con T si intende il periodo fondamentale di risonanza dell'edificio (espresso in secondi) e con a_g l'accelerazione massima di picco del sottosuolo (PGA) in caso di terremoto (m/s^2).

Dalle registrazioni sismiche (vedi Allegato B) si ottiene un suolo sismico C; per questo tipo di suolo, con un tempo di ritorno $Tr = 475$ anni, una amplificazione topografica $St=1.0$ e un coefficiente di smorzamento=5%, si ottengono le seguenti forme spettrali:



Quindi dalla sintesi dei dati è possibile fornire per il sito in oggetto il seguente quadro:

- 1) La categoria del suolo di fondazione è la **C**.
- 2) L'accelerazione orizzontale di picco PGA (Peak Ground Acceleration), riferita ad un suolo C, è di **0.58g**, con $T_r=475$ anni (dove g = accelerazione di gravità = 9.81 m/s^2).
- 3) Il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s e il coefficiente C_c sono quelli relativi alla categoria di suolo di fondazione **C** descritti nella tabella 3.2.5. del DM 17/01/2018.

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Per i dettagli si veda l' **ALLEGATO B** e il DM 17/01/2018.



3. RELAZIONE GEOTECNICA

3.1 DATI DI PROGETTO

3.1.1 Premessa

Il presente lavoro riguarda lo studio sulla stratigrafia e sui parametri meccanici del terreno in località *Spinzola*, per la costruzione di nuovi stabilimenti al servizio del *Caseificio Sociale S.Pietro*.

Per la ricostruzione stratigrafica e per la caratterizzazione geotecnica del terreno di fondazione sono state utilizzate 3 prove penetrometriche dinamiche super pesanti (DPSH) e 3 prove penetrometriche dinamiche medie (DPM).

Quindi i parametri nominali, ottenuti dalle prove penetrometriche, sono stati elaborati per ricavare i valori caratteristici.

Nel presente paragrafo, oltre a fornire le stratigrafie geotecniche e i parametri caratteristici, verranno eseguite le verifiche di stabilità dell'insieme opera-pendio sia nella situazione attuale che in quella di progetto, sia in condizioni statiche che dinamiche(sisma).

Visto l'esito delle indagini eseguite, la stratigrafia dell'area e le caratteristiche meccaniche dei livelli più superficiali si è concordato con l'ingegnere di ricorrere a fondazioni su pali.

3.1.2 Parametri Caratteristici

I dati riportati nelle tabelle seguenti, sono stati elaborati sia per grandi superfici (calcoli di stabilità), che per piccole superfici (calcolo della portanza del palo).

I dati sono stati rielaborati al 5° percentile di distribuzione della media così da ottenere i valori caratteristici (X_k). Il valori di progetto (X_d) vengono ricavati da quelli caratteristici secondo il DM 17/01/2018 (vedi tabella 6.2.II).

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_f	1,0	1,0



Si riportano di seguito i dati ottenuti dall'elaborazione per grandi superfici delle prove DPSH-1 e DPM-03 (calcoli di stabilità).

Dai parametri nominali riportati a pagina 19 si ricavano i parametri caratteristici che vengono mostrati nelle tabelle sotto riportate:

PARAMETRO GEOTECNICO		STRATI ORIGINARI DPSH-1					
		1	2	3	4	5	6
		UNITA' STRATIGRAFICHE					
		-	A1		A2		C
Profondità letto dello Strato	[m]	0.6	2.4	4.2	5.8	6.0	6.6
Spessore dello Strato	[m]	0.6	1.8	1.8	1.6	0.2	0.6
Nspt (Standard Penetration Test)	-	16	4	7	6	14	73
Peso Specifico del Terreno	γ [kN/m ³]	19	17	18	18	19	21
Densità Relativa	Dr [%]	97	41	47	39	59	100
Coesione non drenata (con $\phi'=0$)	C _{uk} [kN/m ²]	95	20	35	30	75	425
Angolo di attrito interno (solo con C'=0)	ϕ'^k [°]	29	21	24	23	27	43
Coesione efficace	C' _k [kN/m ²]	17.5	4.0	7.0	6.0	15.0	85.0
Angolo di attrito interno (con C'>0)	ϕ'^k [°]	24.0	17.5	19.5	19.0	22.0	36.5
Grado di Consolidamento	OCR	3.7	0.1	0.3	1.9	>4	>4
Modulo Edometrico	Ed [kN/m ²]	9600	2200	3900	3300	8200	43900

PARAMETRO GEOTECNICO		STRATI ORIGINARI DPM-3						
		1	2	3	4	5	6	7
		UNITA' STRATIGRAFICHE						
		-	A1		A2		B	C
Profondità letto dello Strato	[m]	0.6	2.5	2.9	3.5	4.1	4.5	4.7
Spessore dello Strato	[m]	0.6	1.9	0.4	0.6	0.6	0.4	0.2
Nspt (Standard Penetration Test)	-	5	3	4	8	13	16	29
Peso Specifico del Terreno	γ [kN/m ³]	18	18	18	19	19	20	20
Densità Relativa	Dr [%]	55	37	40	53	64	69	91
Coesione non drenata (con $\phi'=0$)	C _{uk} [kN/m ²]	25	20	25	50	75	95	165
Angolo di attrito interno (solo con C'=0)	ϕ'^k [°]	23	21	22	26	28	29	34
Coesione efficace	C' _k [kN/m ²]	5.0	4.0	5.0	10.0	15.0	20.0	35.0
Angolo di attrito interno (con C'>0)	ϕ'^k [°]	18.5	17.5	18.0	21.0	23.0	24.0	28.0
Grado di Consolidamento	OCR	0.9	0.1	0.1	0.4	1.2	>4	>4
Modulo Edometrico	Ed [kN/m ²]	3100	1800	2600	4900	7800	9600	17500



Dalla tabella della pagina precedente si possono individuare le seguenti unità a comportamento meccanico simile che saranno utilizzate per i calcoli di stabilità:

UNITA' A1 (Terreni Limo-Argillosi poco consistenti $4 < N_{spt} < 8$)

γ ~ 18 KN/m³
 ϕ'_k ~ 18-20°
 C'_k ~ 5 KPa
 Cu_k ~ 25 KPa

UNITA' A2 (Terreni Limo-Argillosi consistenti $8 < N_{spt} < 15$)

γ ~ 19 KN/m³
 ϕ'_k ~ 21-22°
 C'_k ~ 10-15 KPa
 Cu_k ~ 50 KPa

UNITA' B (Peliti ed Argilliti molto consistenti $15 < N_{spt} < 30$)

γ ~ 20 KN/m³
 ϕ'_k ~ 24°
 C'_k ~ 20 KPa
 Cu_k ~ 100 KPa

UNITA' C (Flysch estremamente consistente $N_{spt} > 30$)

γ ~ 21 KN/m³
 ϕ'_k > 28°
 C'_k > 35 KPa

Segue la tabella con i parametri caratteristici elaborati appositamente per piccole superficie e quindi per il calcolo della portanza del palo. Si prende in considerazione la prova penetrometrica dinamica super pesante DPSH-3, che mostra una stratigrafia più profonda perché è riuscita a penetrare in parte anche la marna alterata:

PARAMETRO GEOTECNICO		STRATI ORIGINARI DPSH-3										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		UNITA' STRATIGRAFICHE										
		-	A1	A2	A1	A2	A1	B	A1	C	B	C
Profondità letto dello Strato	[m]	0.6	2.4	3	5.2	5.8	6.2	7.4	8.2	9.4	10.4	10.8
Spessore dello Strato	[m]	0.6	1.8	0.6	2.2	0.6	0.4	1.2	0.8	1.2	1	0.4
Nspt (Standard Penetration Test)	-	20	9	13	6	11	4	18	8	56	30	74
Peso Specifico del Terreno	γ [kN/m ³]	19	18	19	18	19	18	19	18	21	20	21
Densità Relativa	Dr [%]	100	62	69	44	53	31	63	41	100	73	100
Coesione non drenata (con $\phi'=0$)	Cu_k [kN/m ²]	110	40	75	30	60	25	80	45	175	175	415
Angolo di attrito interno (con $C'=0$)	ϕ'_k [°]	30	24	27	23	26	21	28	24	31	34	42
Grado di Consolidamento	OCR	>4	0.3	0.5	1.2	3.7	1.0	>4	1.7	>4	>4	>4
Modulo Edometrico	Ed [kN/m ²]	11900	5200	7800	3900	6400	2400	10600	4900	33900	18300	44100
Modulo Elastico (Young)	Es [kN/m ²]	34800	7100	10400	5800	9300	3800	53600	7400	98800	82600	#####
Modulo di Reazione (Winkler)	Ks [kN/m ³]	14000 27600	12900 16300	19800 37000	11900 33300	18700 60900	9900 38500	29300 114900	17000 71600	84300 760800	49400 316100	109300 1183600



3.2 VERIFICHE DI STABILITA' OPERA-PENDIO

3.2.1 Verifiche di Stabilità Opera Pendio

Per i calcoli si è proceduto, con apposito software (STAP 11 della AZTEC), all'analisi della stabilità. I parametri meccanici sono quelli desunti dalla letteratura e dalle correlazioni con le DPSH eseguite in sito. Le verifiche di stabilità sono state condotte secondo quanto previsto dalle ultime NTC (DM 17/01/2018).

La verifica, che confronta il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione E_d con quello di progetto della resistenza del sistema geotecnico R_d , è stata condotta secondo l'approccio 1 combinazione 2. Il metodo utilizzato nel calcolo di stabilità è quello di Janbu con superficie di rottura circolare. Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. In particolare il programma 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.

I calcoli sono stati eseguiti a lungo termine, cioè nella situazione più critica, sia in condizioni statiche che dinamiche e si è introdotta la falda al passaggio fra depositi e la roccia alterata.

In sintesi, si è proceduto seguendo i seguenti criteri:

a) introduzione della geometria del versante: si è eseguita una verifica di stabilità lungo la sezione A-A (vedi TAV.11): la verifica è stata eseguita nella situazione attuale e in quella di progetto, in condizioni statiche e dinamiche;

b) input dei parametri geotecnici, ricavati dalle correlazioni esistenti fra prove geognostiche e terreno in sito: i parametri utilizzati sono quelli efficaci (a lungo termine);

c) metodo di calcolo di Janbu con superficie circolare.

d) Normativa NTC DM 17/01/2018;

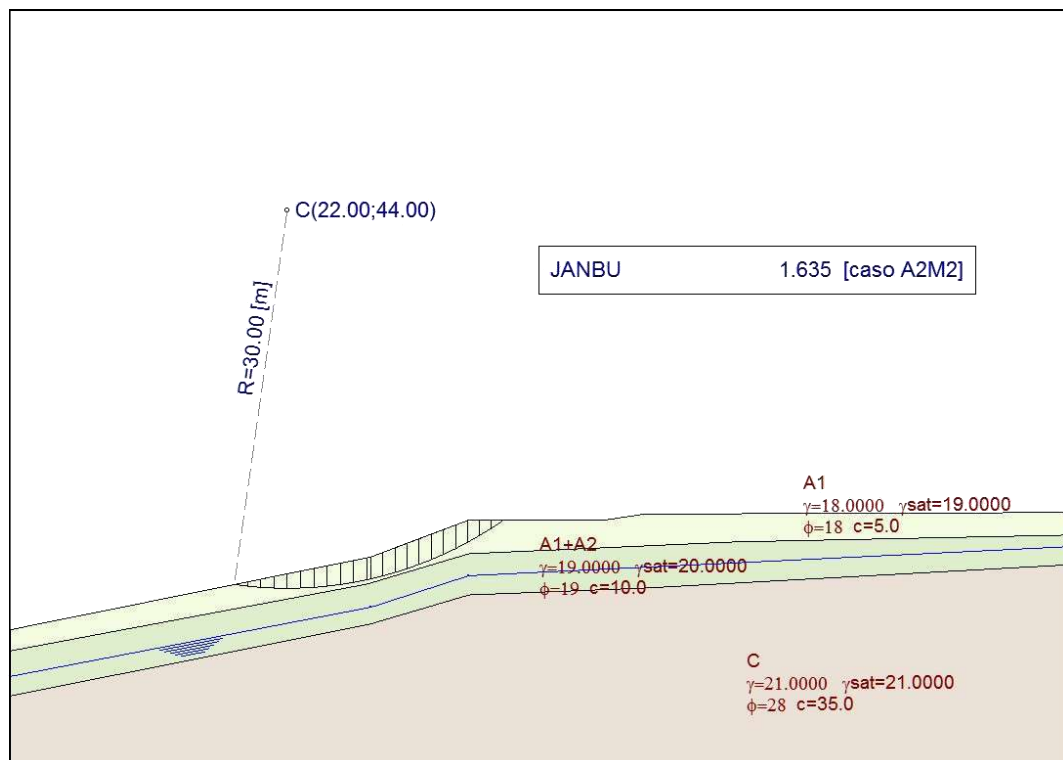
e) introduzione dei seguenti coefficiente sismici:

- Tipo di suolo **C**
- T_r = **475** anni
- A_g = **1.56** m/s²
- F_o = **2.50**
- T_{c^*} = **0.29**
- Amplif. Top. = **1.00**



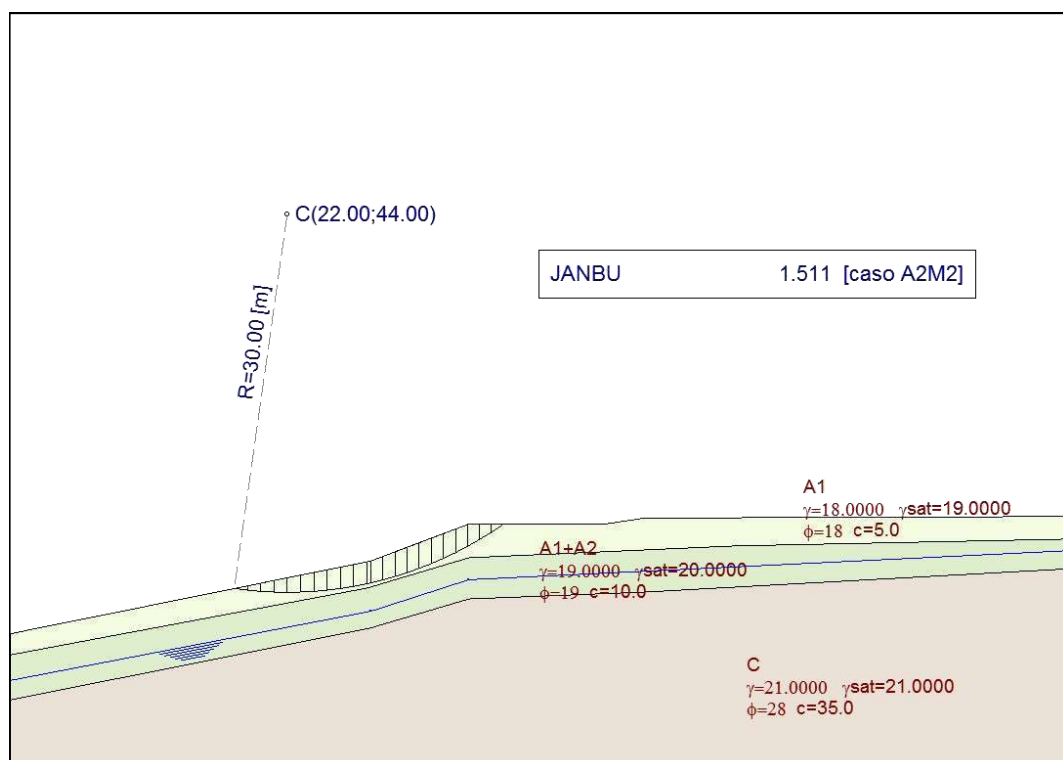
1) DM2018 - STATO ATTUALE - STATICO

F=1.635



2) DM2018 - STATO ATTUALE - DINAMICO (SISMA)

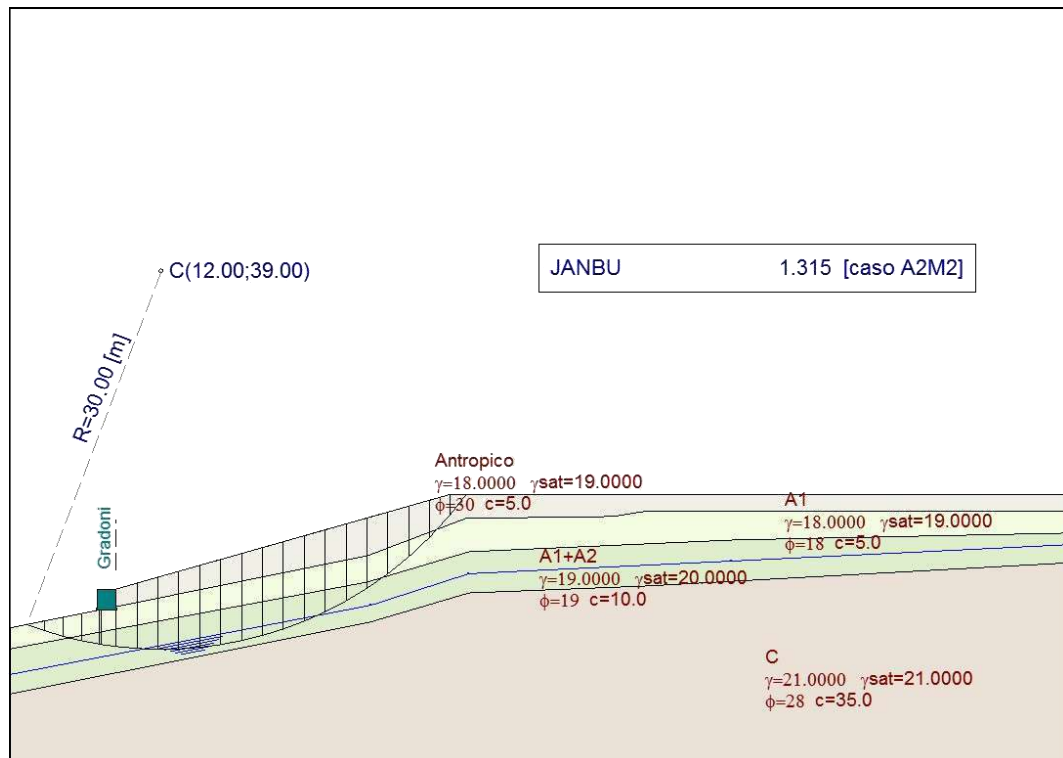
F=1.511





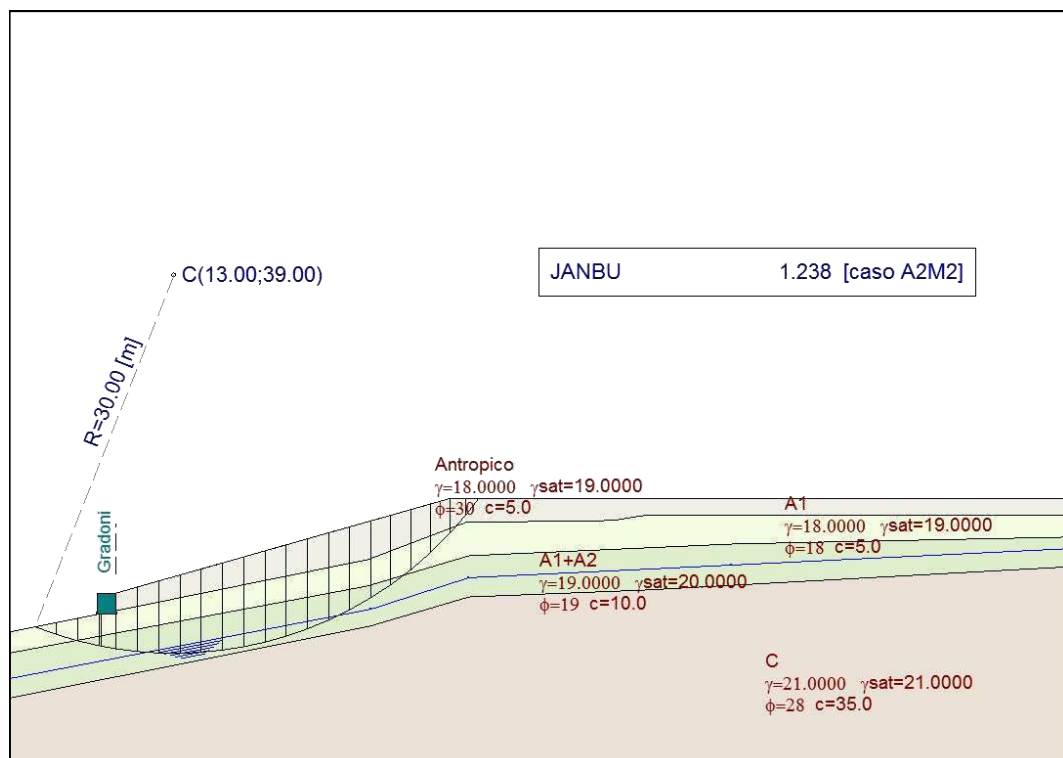
3) DM2018 - STATO PROGETTO - STATICO

F=1.315



4) DM2018 - STATO PROGETTO - DINAMICO (SISMA)

F=1.238





Nella tabella sottostante si riporta un quadro riassuntivo delle principali verifiche di stabilità eseguite:

N	STATO	CONDIZ.	TIPO VERIFICA	TENSIONI	FALDA	CASO ⁽¹⁾	F	MIN
1	ATTUALE	STATICA	BREVE TERMINE	TOTALI	SI	[A2M2]	1.635	1.1
2	ATTUALE	STATICA	LUNGO TERMINE	EFFICACI	SI	[A2M2]	1.511	1.1
3	ATTUALE	DINAMICA	BREVE TERMINE	TOTALI	SI	[A2M2]	1.315	1.2
4	ATTUALE	DINAMICA	LUNGO TERMINE	EFFICACI	SI	[A2M2]	1.238	1.2
NOTA ⁽¹⁾ : [PM] = Parametri medi; [PC] = Parametri Caratteristici; [A2M2] = Parametri ridotti secondo NTC 2018								

I parametri del terreno sono stati ricavati attraverso le note correlazioni esistenti in letteratura con le N_{spt} e le prove DPSH.

A favore della sicurezza, all'interno di uno strato si sono esaminati gli intervalli a caratteristiche meccaniche più modeste e da questi sono stati ricavati i parametri caratteristici.

I parametri ricavati dalle indagini in sito ed utilizzati nel modello stratigrafico, si sono dimostrati sufficientemente cautelativi.

Dopo la scelta dei parametri geotecnici più appropriati, si sono eseguiti i seguenti calcoli:

- 1) Si è verificata la stabilità nella situazione attuale, a lungo termine ed in condizioni statiche: la verifica ha fornito un fattore di stabilità $F=1.635$ (minimo per legge 1.1);
- 2) Si è verificata la stabilità nella situazione attuale, a lungo termine e in condizioni dinamiche: la verifica ha fornito un fattore di stabilità $F=1.511$ (minimo per legge 1.1);
- 3) Si è verificata la stabilità nella situazione di progetto (rilevato antropico mentre il carico dei nuovi edifici su pali viene trascurato), a lungo termine e in condizioni statiche: la verifica ha fornito un fattore di stabilità $F=1.315$ (minimo per legge 1.2).
- 4) Si è verificata la stabilità nella situazione di progetto, a lungo termine e in condizioni dinamiche (sisma): la verifica ha fornito un fattore di stabilità $F=1.238$ (minimo per legge 1.2).

Secondo le tavole preliminari di progetto fornite allo scrivente e riguardanti la sezione A-A, nella situazione di progetto con falda e sisma si arriva ad un coefficiente di stabilità superiore a 1.1 ma non a 1.2 per cui si prescrive per il rilevato una scarpata con angolo non maggiore di 15° e un intervento stabilizzante al piede che può essere costituito da una semplice fila di gabbionate alte 1.5 m.



Anche se non è stata rinvenuta acqua nei fori di sondaggio, a favore della sicurezza, nei calcoli di stabilità si è introdotta la falda.

3.2.2 Calcolo di Capacità Portante del palo Singolo

Analogamente alle fondazioni superficiali, per le verifiche agli stati limite ultimi per i pali nel DM 14/01/2008 erano ammesse due distinti ed alternativi approcci progettuali.

Nel primo approccio progettuale dovevano essere considerate due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, la prima generalmente riferibile alle verifiche geotecniche (GEO), la seconda alle verifiche strutturali (STR).

Nel DM 17/01/2018 viene indicato solamente il secondo approccio progettuale (A1+M1+A3), quello che prevede un'unica combinazione di gruppi di coefficienti parziali.

Nel DM 14/01/2008, nelle verifiche per il dimensionamento geotecnico (GEO), la resistenza di progetto dei pali si otteneva dividendo il valore caratteristico della resistenza per un coefficiente, γ_R , diverso per ogni combinazione.

Nel DM 17/01/2018 invece, con l'approccio 2, i coefficienti γ_R sono diversificati solamente rispetto alle modalità costruttive dei pali e ai contributi di resistenza lungo il fusto e alla base.

- Resistenza dei pali soggetti a carichi assiali

Il valore della resistenza di progetto R_d si ottiene a partire dal valore caratteristico R_k applicando i coefficienti parziali γ_R come viene indicato nella Tab. 6.4.II del DM 17/01/2018:

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

La resistenza caratteristica R_k del palo singolo viene dedotta da metodi di calcolo analitici, dove R_k è calcolata a partire dai valori



caratteristici dei parametri geotecnici.

Il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ (o $R_{t,k}$) è dato dal minore dei valori ottenuti applicando alle resistenze calcolate $R_{c,cal}$ ($R_{t,cal}$) i fattori di correlazione γ_R riportati nella Tab. 6.4.IV, in funzione del numero n di verticali di indagine:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Per il calcolo della resistenza verticale si utilizza il metodo classico per pali di medio diametro secondo Berezantzev, ma abbassando, a favore della sicurezza, di circa 3° gradi l'angolo di attrito utilizzato per calcolare N_q (così come consigliato da diversi autori).

L'analisi viene qui condotta con l'Approccio 2, così come viene indicato nel DM 17/01/2018.

Seguono le tabelle riassuntive del calcolo della resistenza del palo singolo considerando la verticale di indagine in corrispondenza della prova penetrometrica dinamica DPSH-3, quella che ha attraversato un maggior spessore di depositi superficiali a caratteristiche meccaniche più modeste.

Per i parametri geotecnici si utilizza la tabella riportata a pagina 27 della presente relazione.

Il calcolo è conservativo poiché delle 6 verticali a disposizione viene utilizzata la peggiore, cioè quella che hanno mostrato un maggiore spessore di materiale poco consistente, per questo motivo alcuni pali potrebbero raggiungere un portanza sensibilmente maggiore di quella qui calcolata.

Anche se non si è rinvenuta acqua nei fori di sondaggio, si è comunque considerata la presenza della falda ad una profondità media di circa -3.0 m dal p.c. (come per i calcoli di stabilità).

La resistenza del palo è funzione della lunghezza e del diametro che è stato assunto pari a: $\phi = 400$ mm e $\phi = 500$ mm.



RESISTENZA DEI PALI SOGGETTI A CARICHI ASSIALI

CASEIFICIO SOCIALE S.PIETRO

(Palo "Tipo" su DPSH-3)

NUOVA NORMATIVA

D.M. 17/01/2018 (Testo Unico - Norme Tecniche per le costruzioni)

APPROCCIO 2; (A1; M1; R3)

TERRENO	
Testa P - PC	0.0 m
Falda - PC	3.0 m

PALO	
Diametro =	0.40 m
K =	- $\delta/\phi = 0.8$

COFF. SICUREZZA	
Portata laterale	1.15
Portata di base	1.35

NUM VERT.	
ξ Media	1.70
ξ Minimo	1.70

N	H (m)	L (m)	L _c (m)	ΔL (m)	γ (Kn/m³)	σ_{vo} (KPa)	U _o (KPa)	σ'_{vo} (KPa)	Cu (KPa)	ϕ' (°)	α	K _f	N _c	N _{q_d}	Al (m²)	Ap (m²)	RI (Kn)	Rp (Kn)	Rt (Kn)	R _{lk} (Kn)	R _{pk} (Kn)	R _{td} (Kn)
1	0.5	0.5	0.25	0.5	19	10	-	10	110		0.40	-	9	1.0	0.63	0.13	28	126	153	16	74	69
2	1.0	1.0	0.75	0.5	18	19	-	19	40		0.68	-	9	1.0	0.63	0.13	45	48	92	26	28	44
3	1.5	1.5	1.25	0.5	18	28	-	28	40		0.68	-	9	1.0	0.63	0.13	62	49	111	36	29	53
4	2.0	2.0	1.75	0.5	18	37	-	37	40		0.68	-	9	1.0	0.63	0.13	79	50	129	46	29	62
5	2.5	2.5	2.25	0.5	18	46	-	46	40		0.68	-	9	1.0	0.63	0.13	96	51	147	56	30	71
6	3.0	3.0	2.75	0.5	19	55	-	55	75		0.40	-	9	1.0	0.63	0.13	115	92	207	68	54	99
7	3.5	3.5	3.25	0.5	18	64	5	59	30		0.76	-	9	1.0	0.63	0.13	129	41	171	76	24	84
8	4.0	4.0	3.75	0.5	18	73	10	63	30		0.76	-	9	1.0	0.63	0.13	144	42	185	84	25	92
9	4.5	4.5	4.25	0.5	18	82	15	67	30		0.76	-	9	1.0	0.63	0.13	158	42	200	93	25	99
10	5.0	5.0	4.75	0.5	18	91	20	71	30		0.76	-	9	1.0	0.63	0.13	172	43	215	101	25	107
11	5.5	5.5	5.25	0.5	19	101	25	76	60		0.52	-	9	1.0	0.63	0.13	192	77	269	113	46	132
12	6.0	6.0	5.75	0.5	19	110	29	81	60		0.52	-	9	1.0	0.63	0.13	211	78	289	124	46	142
13	6.5	6.5	6.25	0.5	19	120	34	85	80		0.40	-	9	1.0	0.63	0.13	231	101	333	136	60	162
14	7.0	7.0	6.75	0.5	19	129	39	90	80		0.40	-	9	1.0	0.63	0.13	252	102	353	148	60	173
15	7.5	7.5	7.25	0.5	19	139	44	94	80		0.40	-	9	1.0	0.63	0.13	272	102	374	160	60	184
16	8.0	8.0	7.75	0.5	18	148	49	99	45		0.64	-	9	1.0	0.63	0.13	290	63	353	170	37	176
17	8.5	8.5	8.25	0.5	21	158	54	104		31.0	-	0.27	-	13.3	0.63	0.13	307	174	481	181	102	233
18	9.0	9.0	8.75	0.5	21	169	59	110		31.0	-	0.27	-	13.3	0.63	0.13	325	183	509	191	108	246
19	9.5	9.5	9.25	0.5	21	179	64	115		31.0	-	0.27	-	13.3	0.63	0.13	345	193	537	203	113	260
20	10.0	10.0	9.75	0.5	21	190	69	121		34.0	-	0.34	-	23.8	0.63	0.13	370	361	731	218	212	347
21	10.5	10.5	10.25	0.5	21	200	74	127		42.0	-	0.61	-	111.7	0.63	0.13	419	1775	2194	246	1044	988
22	11.0	11.0	10.75	0.5	21	211	78	132		42.0	-	0.61	-	111.7	0.63	0.13	470	1854	2324	276	1090	1048
23	11.5	11.5	11.25	0.5	21	221	83	138		42.0	-	0.61	-	111.7	0.63	0.13	523	1932	2455	308	1137	1110
24	12.0	12.0	11.75	0.5	21	232	88	143		42.0	-	0.61	-	111.7	0.63	0.13	578	2011	2589	340	1183	1172
25	12.5	12.5	12.25	0.5	21	242	93	149		42.0	-	0.61	-	111.7	0.63	0.13	636	2090	2725	374	1229	1236
26	13.0	13.0	12.75	0.5	21	253	98	155		42.0	-	0.61	-	111.7	0.63	0.13	695	2168	2863	409	1275	1300
27	13.5	13.5	13.25	0.5	21	263	103	160		42.0	-	0.61	-	111.7	0.63	0.13	757	2247	3004	445	1322	1366
28	14.0	14.0	13.75	0.5	21	274	108	166		42.0	-	0.61	-	111.7	0.63	0.13	821	2325	3146	483	1368	1433
29	14.5	14.5	14.25	0.5	21	284	113	171		42.0	-	0.61	-	111.7	0.63	0.13	887	2404	3291	522	1414	1501
30	15.0	15.0	14.75	0.5	21	295	118	177		42.0	-	0.61	-	111.7	0.63	0.13	955	2482	3438	562	1460	1570
31	15.5	15.5	15.25	0.5	21	305	123	183		42.0	-	0.61	-	111.7	0.63	0.13	1025	2561	3587	603	1506	1640
32	16.0	16.0	15.75	0.5	21	316	127	188		42.0	-	0.61	-	111.7	0.63	0.13	1098	2640	3738	646	1553	1712
33	16.5	16.5	16.25	0.5	21	326	132	194		42.0	-	0.61	-	111.7	0.63	0.13	1173	2718	3891	690	1599	1784
34	17.0	17.0	16.75	0.5	21	337	137	199		42.0	-	0.61	-	111.7	0.63	0.13	1250	2797	4046	735	1645	1858

LEGENDA

H Profondità dal PC al letto dello strato
L Lunghezza effettiva del palo
L_c Distanza centro concio testa palo
 ΔL Spessore dello strato iesimo
 γ Peso di volume terreno
 σ_{vo} Pressione verticale totale del terreno
U_o Pressione dell'acqua nei pori
 σ'_{vo} Pressione verticale efficace del terreno
Cu Coesione non drenata dello strato
 ϕ' Angolo di attrito efficace dello strato
 α Coefficiente di adesione per terreno coesivo
 δ Angolo attrito palo terreno [0.8 ϕ , Cestelli-Guidi]

K Coefficiente di spinta laterale = $\sigma'h/\sigma'_{vo}$ (terre incoerenti)
K_f K · tan(δ) - Coefficiente attrito palo - terreno
N_c Fattore di capacità portante [terre coesive]
N_{q_d} Fattore Cap.Port.[terre granulari (Berezantzev) $\phi_d = \phi' - 3^\circ$]
Al Area laterale del concio del palo
Ap Area della punta del palo
RI Resistenza laterale
Rp Resistenza alla punta
Rt Resistenza totale (laterale + punta)
R_{lk} Resistenza laterale caratteristica (una verticale - $\xi = 1.7$)
R_{pk} Resistenza alla punta caratteristica (una verticale - $\xi = 1.7$)
R_{td} Resistenza totale di progetto (R_{lk}/1.15 + R_{pk}/1.35)



RESISTENZA DEI PALI SOGGETTI A CARICHI ASSIALI

CASEIFICIO SOCIALE S.PIETRO

(Palo "Tipo" su DPSH-3)

NUOVA NORMATIVA

D.M. 17/01/2018 (Testo Unico - Norme Tecniche per le costruzioni)

APPROCCIO 2; (A1; M1; R3)

TERRENO	
Testa P - PC	0.0 m
Falda - PC	3.0 m

PALO	
Diametro =	0.50 m
K =	- $\delta/\phi = 0.8$

COFF. SICUREZZA	
Portata laterale	1.15
Portata di base	1.35

NUM VERT.	
ξ Media	1.70
ξ Minimo	1.70

N	H (m)	L (m)	L _c (m)	ΔL (m)	γ (Kn/m³)	σ_{vo} (KPa)	U _o (KPa)	σ'_{vo} (KPa)	Cu (KPa)	ϕ' (°)	α	K _f	N _c	N _{q_d}	Al (m²)	Ap (m²)	RI (Kn)	Rp (Kn)	Rt (Kn)	R _{lk} (Kn)	R _{pk} (Kn)	R _{td} (Kn)
1	0.5	0.5	0.25	0.5	19	10	-	10	110		0.40	-	9	1.0	0.79	0.20	35	196	231	20	115	103
2	1.0	1.0	0.75	0.5	18	19	-	19	40		0.68	-	9	1.0	0.79	0.20	56	74	130	33	44	61
3	1.5	1.5	1.25	0.5	18	28	-	28	40		0.68	-	9	1.0	0.79	0.20	77	76	153	45	45	73
4	2.0	2.0	1.75	0.5	18	37	-	37	40		0.68	-	9	1.0	0.79	0.20	99	78	176	58	46	84
5	2.5	2.5	2.25	0.5	18	46	-	46	40		0.68	-	9	1.0	0.79	0.20	120	80	200	71	47	96
6	3.0	3.0	2.75	0.5	19	55	-	55	75		0.40	-	9	1.0	0.79	0.20	144	143	287	84	84	136
7	3.5	3.5	3.25	0.5	18	64	5	59	30		0.76	-	9	1.0	0.79	0.20	161	65	226	95	38	111
8	4.0	4.0	3.75	0.5	18	73	10	63	30		0.76	-	9	1.0	0.79	0.20	179	65	245	106	38	120
9	4.5	4.5	4.25	0.5	18	82	15	67	30		0.76	-	9	1.0	0.79	0.20	197	66	264	116	39	130
10	5.0	5.0	4.75	0.5	18	91	20	71	30		0.76	-	9	1.0	0.79	0.20	215	67	282	127	39	139
11	5.5	5.5	5.25	0.5	19	101	25	76	60		0.52	-	9	1.0	0.79	0.20	240	121	361	141	71	175
12	6.0	6.0	5.75	0.5	19	110	29	81	60		0.52	-	9	1.0	0.79	0.20	264	122	386	155	72	188
13	6.5	6.5	6.25	0.5	19	120	34	85	80		0.40	-	9	1.0	0.79	0.20	289	158	447	170	93	217
14	7.0	7.0	6.75	0.5	19	129	39	90	80		0.40	-	9	1.0	0.79	0.20	314	159	473	185	94	230
15	7.5	7.5	7.25	0.5	19	139	44	94	80		0.40	-	9	1.0	0.79	0.20	340	160	499	200	94	243
16	8.0	8.0	7.75	0.5	18	148	49	99	45		0.64	-	9	1.0	0.79	0.20	362	99	461	213	58	228
17	8.5	8.5	8.25	0.5	21	158	54	104		31.0	-	0.27	-	14.7	0.79	0.20	384	301	685	226	177	327
18	9.0	9.0	8.75	0.5	21	169	59	110		31.0	-	0.27	-	14.7	0.79	0.20	407	317	724	239	186	346
19	9.5	9.5	9.25	0.5	21	179	64	115		31.0	-	0.27	-	14.7	0.79	0.20	431	333	764	253	196	365
20	10.0	10.0	9.75	0.5	21	190	69	121		34.0	-	0.34	-	26.0	0.79	0.20	463	616	1079	272	363	505
21	10.5	10.5	10.25	0.5	21	200	74	127		42.0	-	0.61	-	118.2	0.79	0.20	524	2937	3461	308	1728	1548
22	11.0	11.0	10.75	0.5	21	211	78	132		42.0	-	0.61	-	118.2	0.79	0.20	587	3067	3654	346	1804	1637
23	11.5	11.5	11.25	0.5	21	221	83	138		42.0	-	0.61	-	118.2	0.79	0.20	654	3197	3851	385	1881	1727
24	12.0	12.0	11.75	0.5	21	232	88	143		42.0	-	0.61	-	118.2	0.79	0.20	723	3327	4050	425	1957	1819
25	12.5	12.5	12.25	0.5	21	242	93	149		42.0	-	0.61	-	118.2	0.79	0.20	795	3457	4252	467	2034	1913
26	13.0	13.0	12.75	0.5	21	253	98	155		42.0	-	0.61	-	118.2	0.79	0.20	869	3587	4456	511	2110	2008
27	13.5	13.5	13.25	0.5	21	263	103	160		42.0	-	0.61	-	118.2	0.79	0.20	946	3717	4663	557	2186	2104
28	14.0	14.0	13.75	0.5	21	274	108	166		42.0	-	0.61	-	118.2	0.79	0.20	1026	3847	4873	604	2263	2201
29	14.5	14.5	14.25	0.5	21	284	113	171		42.0	-	0.61	-	118.2	0.79	0.20	1109	3977	5086	652	2339	2300
30	15.0	15.0	14.75	0.5	21	295	118	177		42.0	-	0.61	-	118.2	0.79	0.20	1194	4107	5301	702	2416	2400
31	15.5	15.5	15.25	0.5	21	305	123	183		42.0	-	0.61	-	118.2	0.79	0.20	1282	4237	5519	754	2492	2502
32	16.0	16.0	15.75	0.5	21	316	127	188		42.0	-	0.61	-	118.2	0.79	0.20	1373	4367	5740	807	2569	2605
33	16.5	16.5	16.25	0.5	21	326	132	194		42.0	-	0.61	-	118.2	0.79	0.20	1466	4497	5963	862	2645	2709
34	17.0	17.0	16.75	0.5	21	337	137	199		42.0	-	0.61	-	118.2	0.79	0.20	1562	4627	6189	919	2722	2815

LEGENDA

H Profondità dal PC al letto dello strato
L Lunghezza effettiva del palo
L_c Distanza centro concio testa palo
 ΔL Spessore dello strato iesimo
 γ Peso di volume terreno
 σ_{vo} Pressione verticale totale del terreno
U_o Pressione dell'acqua nei pori
 σ'_{vo} Pressione verticale efficace del terreno
Cu Coesione non drenata dello strato
 ϕ' Angolo di attrito efficace dello strato
 α Coefficiente di adesione per terreno coesivo
 δ Angolo attrito palo terreno [0.8 ϕ , Cestelli-Guidi]

K Coefficiente di spinta laterale = $\sigma'h/\sigma'_{vo}$ (terre incoerenti)
K_f K · tan(δ) - Coefficiente attrito palo - terreno
N_c Fattore di capacità portante [terre coesive]
N_{q_d} Fattore Cap.Port.[terre granulari (Berezantzev) $\phi_d = \phi' - 3^\circ$]
Al Area laterale del concio del palo
Ap Area della punta del palo
RI Resistenza laterale
Rp Resistenza alla punta
Rt Resistenza totale (laterale + punta)
R_{lk} Resistenza laterale caratteristica (una verticale - $\xi = 1.7$)
R_{pk} Resistenza alla punta caratteristica (una verticale - $\xi = 1.7$)
R_{td} Resistenza totale di progetto (R_{lk}/1.15 + R_{pk}/1.35)



3.3 CONSIDERAZIONI E PRESCRIZIONI

3.3.1 Fondazioni

Per non gravare il versante di sovraccarichi e per scaricare le azioni verticali a strati a caratteristiche meccaniche migliori si è convenuto con il progettista, per i fabbricati principali, di adottare fondazione su pali. Nel paragrafo 3.2.2 viene sviluppato un calcolo della resistenza assiale del palo per $\phi=400$ mm e $\phi=500$ mm.

3.3.2 Stabilità

Dal rilievo e dalle prove geognostiche l'area risulta impostata su di un terreno che non presenta fenomeni di dissesto e/o instabilità.

Per quanto riguarda la stabilità dell'insieme opera pendio si sono eseguite verifiche a lungo termine, nello stato attuale e in quello di progetto, in condizioni statiche e dinamiche: tutti i calcoli di stabilità, seguendo le indicazioni e le prescrizioni fornite al paragrafo 3.2.1, hanno fornito un esito positivo.

Si vuole sottolineare che anche se il terreno naturale ha caratteristiche meccaniche modeste, ogni problema di instabilità deriva dalla presenza di rilevati, quando costruiti non ad arte. Per questo motivo si impone che i rilevati di valle abbiano le seguenti caratteristiche: parametri meccanici minimi pari a $\phi=30^\circ$ e $C'=5$ KPa ed angolo di scarpata massimo di 15° . Se risulta difficoltoso un angolo di scarpata inferiore a 15° per mancanza di spazio, il rilevato può essere ancorato al piede da opportuni interventi (gradonate, ecc.).

3.3.3 Movimenti Terra

Il piano di calpestio dei nuovi fabbricati in progetto verrà portato alla stessa quota del fabbricato di monte per cui sarà necessario un riporto medio di terreno dello spessore di circa 1.3 m, ciò comporterà la realizzazione di un modesto rilevato a valle dei fabbricati, che avrà una altezza massima di circa 2.0 m (vedi "Sezione Geotecnico-Stratigrafica A-A di tavola 10a a pagina 12).

Tutte le acque dovranno essere correttamente incanalate e raccolte onde evitare ristagni ed infiltrazioni al di sotto del piano di fondazione costituito da terreni erodibili al contatto con l'acqua.



4. CONCLUSIONI

Il presente lavoro riguarda lo studio sulla stratigrafia e sui parametri meccanici del terreno in località *Spinzola* per la costruzione di nuovi fabbricati al servizio del *Caseificio Sociale S.Pietro*.

I terreni che affiorano nell'area sono formati da uno strato di depositi di versante e/o roccia alterata di spessore importante (mediamente $h \sim 6m$), quindi segue l'unità compatta riconducibile alla *Formazione di Cigarellino del Gruppo di Bismantova (CIG)*. Si tratta di una unità, composta da sottili arenarie, marne e peliti, che mostra in generale buoni parametri meccanici.

Il sito in esame si colloca su di un'area avente un buon grado di stabilità: non sono presenti fenomeni franosi all'intorno del sito.

Per la ricostruzione stratigrafica e per ricavare i principali parametri meccanici sono state esaminate 6 prove penetrometriche dinamiche (3 prove DPSH e 3 prove DPM), mentre per ricavare il tipo di suolo sismico, secondo il DM 17/01/2018, sono state eseguite 2 registrazioni sismiche HVSR.

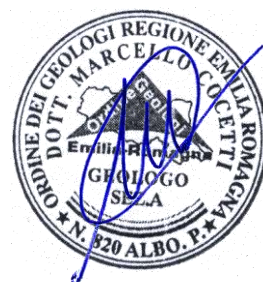
Studiate le condizioni geomorfologiche e stratigrafiche del sito in relazione all'opera in progetto, vista la presenza di depositi naturali ed antropici di spessore notevole, si è convenuto con il progettista di ricorrere a fondazioni su pali in modo da trasmettere le azioni verticali in profondità sui livelli rocciosi.

In sintesi, per la presente relazione si forniscono le stratigrafie e i parametri caratteristici del terreno. Si sono eseguite verifiche di stabilità dell'insieme opera-pendio, nello stato attuale e in quello di progetto, sia in condizioni statiche che dinamiche (§.3.2.1). Infine, per il calcolo della capacità portante (resistenza) del palo singolo si rimanda al paragrafo 3.2.2.

In base alle conoscenze acquisite, fatte salve le prescrizioni espresse sopra e nei precedenti paragrafi, si ritiene che non sussistano controindicazioni ai lavori previsti per il presente progetto.

Pavullo, Luglio 2022

IL GEOLOGO



ALLEGATO A

Prove Penetrometriche Dinamiche DPSH

UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE



Prova Penetrometrica Dinamica Media (DPM) e Super Pesante DPSH



TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-01

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO						LOCALITA': SPINZOLA						
COMUNE: PAVULLO						DATA: 13/07/2022						
NOME FILE:						PENETROMETRO DPSH				FALDA NO		
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva			σ _v	Asta	R _{pd}	Q _{a3}
			φ	Mo	Q _{a1}	Cu	Ed	Q _{a2}				
[°]			[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]		[kN/m ²]	[kN/m ²]
0.20	7	19.8	32.2	14058	87	133	11880	228	1.9	1	5214	261
0.40	5	14.1	29.6	10041	78	95	8486	164	5.6	1	3724	186
0.60	5	14.1	29.6	10041	99	95	8486	165	9.3	1	3724	186
0.80	2	5.7	24.2	4017	60	38	3394	69	12.9	1	1490	74
1.00	1	2.8	21.5	2008	51	19	1697	38	16.4	2	690	35
1.20	1	2.8	21.5	2008	60	19	1697	39	19.8	2	690	35
1.40	2	5.7	24.2	4017	94	38	3394	73	23.3	2	1381	69
1.60	1	2.8	21.5	2008	77	19	1697	41	26.7	2	690	35
1.80	1	2.8	21.5	2008	85	19	1697	43	30.1	2	690	35
2.00	2	5.7	24.2	4017	127	38	3394	76	33.6	3	1287	64
2.20	1	2.7	21.4	1915	101	18	1618	43	37.1	3	643	32
2.40	1	2.6	21.2	1833	108	17	1549	43	40.5	3	643	32
2.60	2	5.0	23.6	3523	151	33	2977	72	43.9	3	1287	64
2.80	2	4.8	23.5	3395	159	32	2869	71	47.4	3	1287	64
3.00	4	9.3	26.8	6600	248	62	5578	124	51.0	4	2410	120
3.20	2	4.6	23.3	3250	177	31	2747	71	54.6	4	1205	60
3.40	3	6.8	25.1	4804	229	45	4060	97	58.2	4	1807	90
3.60	3	6.7	25.0	4737	240	45	4003	97	61.8	4	1807	90
3.80	3	6.6	24.9	4674	251	44	3950	97	65.4	4	1807	90
4.00	4	8.7	26.4	6152	311	58	5199	122	69.0	5	2265	113
4.20	3	6.4	24.8	4557	273	43	3851	98	72.7	5	1699	85
4.40	2	4.2	23.0	3002	233	28	2537	74	76.2	5	1133	57
4.60	2	4.2	22.9	2967	242	28	2507	75	79.8	5	1133	57
4.80	3	6.2	24.6	4401	304	42	3719	99	83.3	5	1699	85
5.00	2	4.1	22.8	2902	260	27	2453	76	86.9	6	1069	53
5.20	3	6.1	24.5	4308	325	41	3641	100	90.4	6	1603	80
5.40	3	6.0	24.5	4264	335	40	3604	100	94.1	6	1603	80
5.60	3	5.9	24.4	4223	346	40	3568	101	97.7	6	1603	80
5.80	4	7.9	25.9	5576	418	53	4712	124	101.3	6	2137	107
6.00	7	13.6	29.3	9668	638	91	8170	191	105.0	7	3540	177
6.20	35	67.5	45.0	47902	5801	452	40480	811	109.0	7	17700	885
6.40	35	66.9	45.0	47480	5987	448	40124	805	113.1	7	17700	885
6.60	45	85.2	45.0	60522	6188	571	51145	1018	117.3	7	22757	1138

H =	Profondità del letto dello strato elementare	[m]
N =	Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento	
N _{1,60} =	Numero corrispondente ai colpi della prova SPT normalizzati	
φ° =	N _{1,60} = (15 · N _{1,60}) ^{1/2} + 15 (Road Bridge Specification)	
Mo =	710 · N _{1,60} [Modulo Confinato]	[kN/m ²] (Farrent)
Q _{a1} =	[(h · γ' · N _q) + (½ b · γ' · N _γ)] / 3; b = 1 m	[kN/m ²] (Q _{a1} Terzaghi nastriforme; N _q , N _γ Meyerhof)
Ed =	600 · N _{1,60} [Modulo Edometrico]	[kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu =	6.7 · N _{1,60}	[kN/m ²] (Terzaghi)
Q _{a2} =	[(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3;	[kN/m ²] (Q _{a2} Terzaghi; Nc=5.14)
R _{dp} =	M ² · H / [A · e · (M + P)]	[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Q _{a3} =	(R _{dp} / 15 + 30); Q _a = (R _{pd} / 20)	[kN/m ²] (Q _{a3} Carico Ammissibile, Sanglerat)



TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPSH-01
(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO						LOCALITA': SPINZOLA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 13/07/2022					
NOME FILE						PENETROMETRO DPSH					
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESE		
[m]	[media]	[media]	φ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa2 [kN/m ²]	σ _v [kN/m ²]	R _{pd} [kN/m ²]	Qa3 [kN/m ²]
0.6	5.7	16.0	30.5	11380	88	107	9617	186	5.6	4221	211
2.4	1.3	3.7	22.4	2648	85	25	2238	52	26.7	912	46
4.2	2.9	6.5	24.8	4632	227	44	3915	94	58.2	1730	87
5.8	2.8	5.6	24.1	3955	308	37	3343	94	88.7	1497	75
6.0	7.0	13.6	29.3	9668	638	91	8170	191	105.0	3540	177
6.6	38.3	73.2	45.0	51968	5992	490	43917	878	113.1	19386	969

H = Profondità del letto dello strato elementare											
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento											
N _{1,60} = Numero dei colpi della prova SPT normalizzati											
φ° = N _{1,60} = (15 · N _{1,60}) ^{1/2} + 15 (Road Bridge Specificazion)											
Mo = 710 · N _{1,60} [Modulo Confinato]						[kN/m ²] (Farrent)					
Qa1 = [(h · γ' · N _q) + (½ · b · γ · N _γ)] / 3						b=1 m [kN/m ²] (Qa Terzaghi; N _q , N _γ Meyerhof)					
Cu = 6.7 · N _{1,60}						[kN/m ²] (Terzaghi)					
Ed = 600 · N _{1,60} [Modulo Edometrico]						[kN/m ²] (Stroud & Butler)					
Qa2 = [(h · γ') + (Cu · N _c)] / 3						[kN/m ²] (Qa Terzaghi; N _c =5.14)					
R _{pd} = M ² · H / [A · e · (M + P)]						[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)					
Qa3 = (R _{pd} / 15÷30); Qa=(R _{pd} / 20)						[kN/m ²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)					

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI DPSH-01
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO						LOCALITA': SPINZOLA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 13/07/2022					
NOME FILE						PENETROMETRO DPSH					
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva					
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m ³]	σ _v [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [kN/m ³]	Es [kN/m ²]	OCR -	Ks [kN/m ³]	Ed [kN/m ²]
0.6	5.7	16.0	0.3	18.6	5.6	96.7	10569	11406	3.7	22304	9617
2.4	1.3	3.7	1.5	17.3	26.7	41.2	10165	3378	0.1	6206	2238
4.2	2.9	6.5	3.3	18.0	58.2	47.4	27183	5769	0.3	11317	3915
5.8	2.8	5.6	5.0	17.9	88.7	39.3	36963	5082	1.9	11222	3343
6.0	7.0	13.6	5.9	18.9	105.0	58.6	76580	43570	>4	22957	8170
6.6	38.3	73.2	6.3	20.8	113.1	100.0	719042	128090	>4	105351	43917

H = Profondità del letto dello strato elementare											
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento											
N _{1,60} = Numero dei colpi della prova SPT normalizzati											
Hm = Profondità al centro dello strato						[m]					
γ = Peso di volume del terreno						[kN/m ³]					
σ _v = Pressione litostatica						[kN/m ²]					
Dr = 21 · [(10 · N _{1,60}) / (σ _v + 7)] ^{0.5}						[Densità relativa]			[%] (Gibbs & Holtz)		
Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa)						[Modulo di Reazione - Winkler]			[kN/m ³] (Bowles, 1988)		
Es = Es = (105-35 · Dr) · N _{1,60} ; OCR>4 Es=(525-350 · Dr) · N _{1,60}						[Modulo Elastico secante]			[kN/m ²] (Jamolkowski, 1988)		
OCR = (Cu / (σ _v · KK)) ^{1.25}						[Sovraconsolidamento]			[-] (Ladd & Foot)		
Ed = 600 · N _{1,60} (bassa plasticità)						[Modulo Edometrico]			[kN/m ²] (Stroud & Butler)		



TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (C_u , ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-01
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO				LOCALITA' : SPINZOLA							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 13/07/2022							
NOME FILE				PENETROMETRO DPSH							
H	N	N _{1,60}	Dati	Natura granulare (φ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	φ _m [°]	dev stand	φ _k [°]	φ _d [°]	C _{um} [kN/m²]	dev stand	C _{uk} [kN/m²]	C _{ud} [kN/m²]
0.6	5.7	16	3	30.5	1.5	29	24	107	21.9	93	66
2.4	1.3	4	9	22.4	1.4	21	17	25	9.7	19	13
4.2	2.9	7	9	24.8	1.2	24	20	44	11.0	36	26
5.8	2.8	6	8	24.1	1.1	23	19	37	8.8	31	22
6.0	7.0	14	1	29.3		27	22	91		77	55
6.6	38.3	73	3	45.0		43	37	490	69.9	425	304

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato

ϕ_m = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato

ϕ_k = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)

ϕ_d = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M2) [$\gamma_\phi = 1.25$]

C_{um} = Dato medio della coesione non drenata

C_{uk} = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)

C_{ud} = Valore di progetto della coesione non drenata (M2) [$\gamma_{cu} = 1.4$]

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (C_u , ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-01
(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO				LOCALITA': SPINZOLA							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 13/07/2022							
NOME FILE				PENETROMETRO DPSH							
H	N	N _{1,60}	Dati	Natura granulare (φ)				Natura Coesiva (C _u)			
[m]	[media]	[media]	Num	φ _m [°]	dev stand	φ _k [°]	φ _d [°]	C _{um} [kN/m ²]	dev stand	C _{uk} [kN/m ²]	C _{ud} [kN/m ²]
0.6	5.7	16	3	30.5	1.5	28	28	107	21.9	91	91
2.4	1.3	4	9	22.4	1.4	20	20	25	9.7	13	13
4.2	2.9	7	9	24.8	1.2	23	23	44	11.0	28	28
5.8	2.8	6	8	24.1	1.1	22	22	37	8.8	25	25
6.0	7.0	14	1	29.3		27	27	91		77	77
6.6	38.3	73	3	45.0		42	42	490	69.9	414	414

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato

ϕ_m = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato

ϕ_k = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)

ϕ_d = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M1) [$\gamma_\phi = 1.0$]

C_{um} = Dato medio della coesione non drenata

C_{uk} = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)

C_{ud} = Valore di progetto della coesione non drenata (M1) [$\gamma_{cu} = 1.0$]



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPSH-01

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO	LOCALITA' : SPINZOLA
COMUNE: PAVULLO	DATA: 13/07/2022
NOME FILE:	PENETROMETRO DPSH

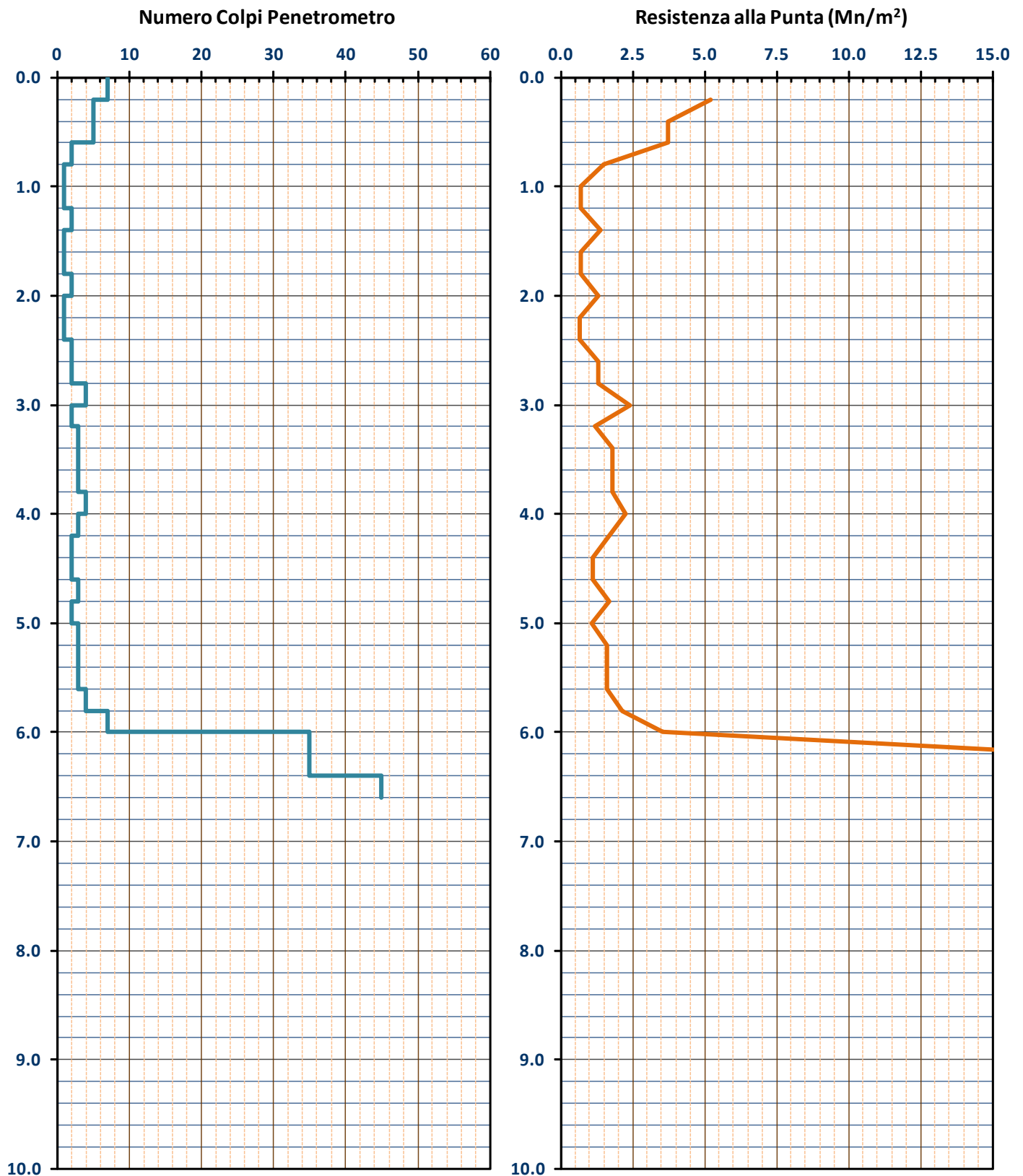




GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPSH-01

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO	LOCALITA': SPINZOLA
COMUNE: PAVULLO	DATA: 13/07/2022
NOME FILE:	PENETROMETRO DPSH

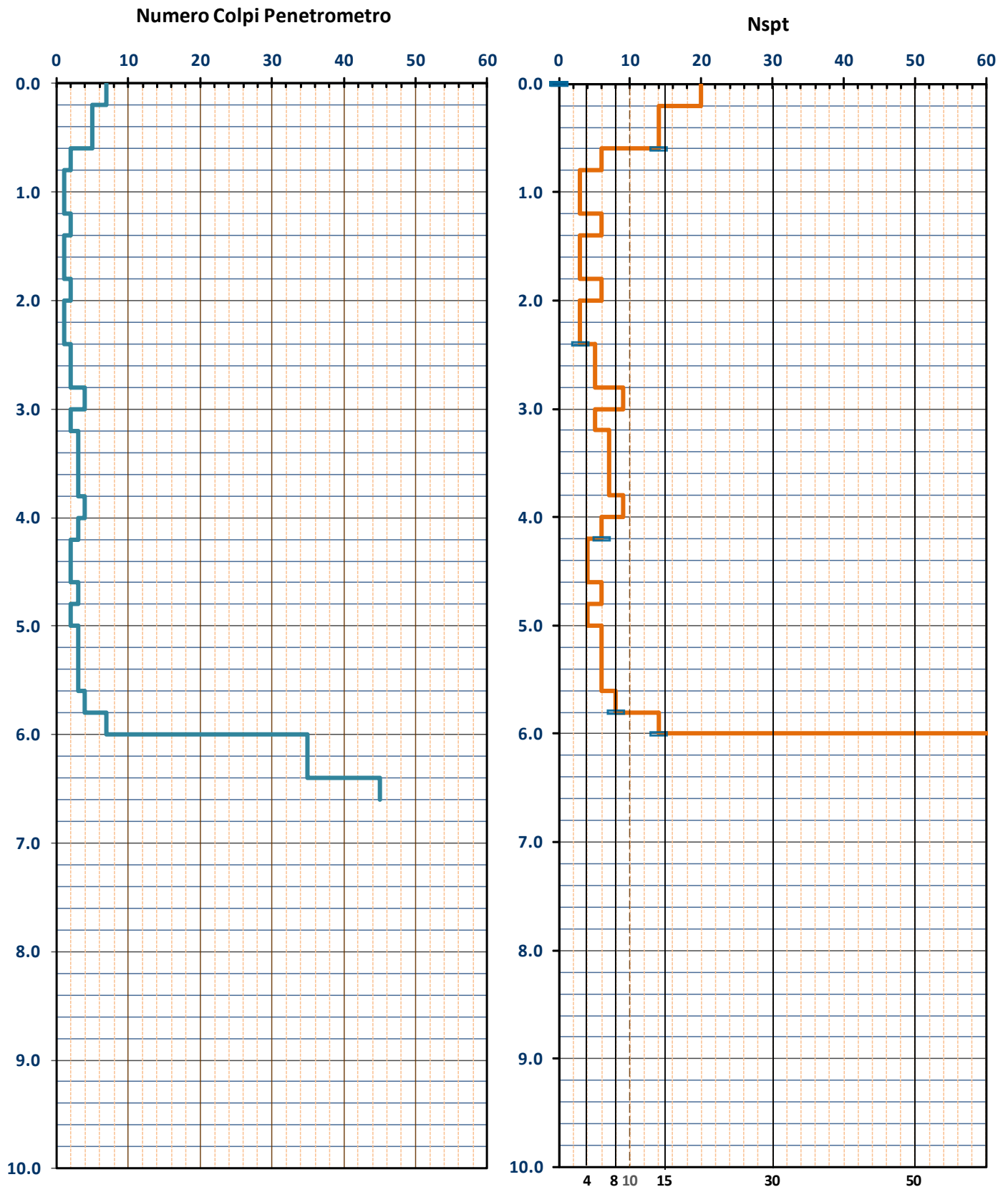




TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-02

COMMITTENTE: CASEIFICIO SOCIALE BENEDELLO						LOCALITA': BENEDELLO						
COMUNE: PAVULLO						DATA: 13/07/2022						
NOME FILE:						PENETROMETRO DPSH			FALDA NO			
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva			σ _v	Asta	R _{pd}	Q _{a3}
			φ	Mo	Q _{a1}	Cu	Ed	Q _{a2}				
			[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]		[kN/m ²]	[kN/m ²]
0.20	5	14.3	29.7	10170	57	96	8595	165	1.9	1	3724	186
0.40	6	17.1	31.0	12143	96	115	10262	198	5.6	1	4469	223
0.60	7	19.9	32.3	14107	147	133	11922	231	9.3	1	5214	261
0.80	5	14.3	29.7	10170	123	96	8595	169	13.1	1	3724	186
1.00	4	11.5	28.2	8186	119	77	6918	138	16.8	2	2762	138
1.20	4	11.5	28.2	8186	137	77	6918	139	20.4	2	2762	138
1.40	4	11.5	28.2	8186	155	77	6918	140	24.1	2	2762	138
1.60	4	11.5	28.2	8186	173	77	6918	142	27.7	2	2762	138
1.80	4	11.5	28.2	8186	192	77	6918	143	31.4	2	2762	138
2.00	3	8.7	26.4	6187	171	58	5229	112	35.0	3	1930	97
2.20	2	5.6	24.2	3976	143	38	3360	77	38.6	3	1287	64
2.40	5	13.1	29.0	9284	272	88	7846	164	42.2	3	3217	161
2.60	9	22.2	33.3	15797	500	149	13350	271	46.0	3	5791	290
2.80	41	93.5	45.0	66407	3159	627	56118	1090	50.0	3	26381	1319
3.00	7	16.3	30.6	11591	411	109	9795	205	53.9	4	4217	211
3.20	7	16.1	30.5	11415	430	108	9646	204	57.7	4	4217	211
3.40	23	50.3	42.5	35741	2397	337	30204	598	61.6	4	13856	693
3.60	18	39.1	39.2	27776	1529	262	23473	471	65.6	4	10844	542
3.80	20	42.8	40.3	30358	1891	286	25655	514	69.6	4	12049	602
4.00	30	62.6	45.0	44430	4207	419	37547	743	73.7	5	16990	849
4.20	50	101.5	45.0	72052	4421	680	60889	1191	77.8	5	28316	1416

H = Profondità del letto dello strato elementare	[m]
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento	
N _{1,60} = Numero corrispondente ai colpi della prova SPT normalizzati	
φ° = N _{1,60} = (15 · N _{1,60}) ^{1/2} + 15 (Road Bridge Specificazion)	
Mo = 710 · N _{1,60} [Modulo Confinato]	[kN/m ²] (Farrent)
Q _{a1} = [(h · γ' · N _q) + (½ b · γ' · N _γ)] / 3;	[kN/m ²] (Q _{a1} Terzaghi nastriforme; N _q , N _γ Meyerhof)
Ed = 600 · N _{1,60} [Modulo Edometrico]	[kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 6.7 · N _{1,60}	[kN/m ²] (Terzaghi)
Q _{a2} = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3;	[kN/m ²] (Q _{a2} Terzaghi; Nc=5.14)
R _{dp} = M ² · H / [A · e · (M + P)]	[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Q _{a3} = (R _{dp} / 15 ÷ 30); Q _a = (R _{pd} / 20)	[kN/m ²] (Q _{a3} Carico Ammissibile, Sanglerat)



TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPSH-02
(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: CASEIFICIO SOCIALE BENEDELLO						LOCALITA': BENEDELLO					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 13/07/2022					
NOME FILE						PENETROMETRO DPSH					
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESE		
[m]	[media]	[media]	φ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa2 [kN/m ²]	σ _v [kN/m ²]	R _{pd} [kN/m ²]	Qa3 [kN/m ²]
0.8	5.8	16.4	30.6	11648	106	110	9843	191	7.5	4283	214
1.8	4.0	11.5	28.2	8186	155	77	6918	140	24.1	2762	138
2.4	3.3	9.1	26.5	6482	195	61	5478	118	38.6	2145	107
2.8	25.0	57.9	39.1	41102	1829	388	34734	681	48.0	16086	804
3.2	7.0	16.2	30.6	11503	420	109	9721	205	55.8	4217	211
3.8	20.3	44.1	40.7	31292	1939	295	26444	528	65.6	12249	612
4.2	40.0	82.0	45.0	58241	4314	550	49218	967	75.7	22653	1133

H = Profondità del letto dello strato elementare											
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento											
N _{1,60} = Numero dei colpi della prova SPT normalizzati											
φ° = N _{1,60} = (15 · N _{1,60}) ^{1/2} + 15 (Road Bridge Specificazione)											
Mo = 710 · N _{1,60} [Modulo Confinato]						[kN/m ²] (Farrent)					
Qa1 = [(h · γ' · N _q) + (½ · b · γ' · N _γ)] / 3						b=1 m [kN/m ²] (Qa Terzaghi; N _q , N _γ Meyerhof)					
Cu = 6.7 · N _{1,60}						[kN/m ²] (Terzaghi)					
Ed = 600 · N _{1,60} [Modulo Edometrico]						[kN/m ²] (Stroud & Butler)					
Qa2 = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3						[kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)					
R _{pd} = M ² · H / [A · e · (M + P)]						[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)					
Qa3 = (R _{pd} / 15÷30); Qa=(R _{pd} / 20)						[kN/m ²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)					

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI DPSH-02
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: CASEIFICIO SOCIALE BENEDELLO						LOCALITA': BENEDELLO					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 13/07/2022					
NOME FILE						PENETROMETRO DPSH					
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva					
[m]	[media]	[media]	H _m [media]	γ [kN/m ³]	σ _v [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [kN/m ³]	Es [kN/m ²]	OCR -	Ks [kN/m ³]	Ed [kN/m ²]
0.8	5.8	16.4	0.4	18.7	7.5	96.6	12677	11676	2.7	22897	9843
1.8	4.0	11.5	1.3	18.3	24.1	73.5	18606	9139	0.5	16845	6918
2.4	3.3	9.1	2.1	18.1	38.6	60.9	23437	7641	0.3	14121	5478
2.8	25.0	57.9	2.6	20.3	48.0	100.0	219534	40523	3.2	81664	34734
3.2	7.0	16.2	3.0	18.9	55.8	75.4	50455	12738	0.7	24551	9721
3.8	20.3	44.1	3.5	20.0	65.6	100.0	232709	30851	3.6	63336	26444
4.2	40.0	82.0	4.0	20.8	75.7	100.0	517728	143552	>4	116028	49218

H = Profondità del letto dello strato elementare											
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento											
N _{1,60} = Numero dei colpi della prova SPT normalizzati											
H _m = Profondità al centro dello strato						[m]					
γ = Peso di volume del terreno						[kN/m ³]					
σ _v = Pressione litostatica						[kN/m ²]					
Dr = 21 · [(10 · N _{1,60}) / (σ _v + 7)] ^{0.5}						[Densità relativa] [%] (Gibbs & Holtz)					
Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa)						[Modulo di Reazione - Winkler] [kN/m ³] (Bowles, 1988)					
Es = Es = (105-35 · Dr) · N _{1,60} ; OCR>4 Es = (525-350 · Dr) · N _{1,60}						[Modulo Elastico secante] [kN/m ²] (Jamolkowski, 1988)					
OCR = (Cu / (σ _v · KK)) ^{1.25}						[Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)					
Ed = 600 · N _{1,60} (bassa plasticità)						[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)					



TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-02
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE: CASEIFICIO SOCIALE BENEDELLO				LOCALITA' : BENEDELLO							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 13/07/2022							
NOME FILE				PENETROMETRO DPSH							
H	N	N _{1,60}	Dati	Natura granulare (φ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	φ _m [°]	dev stand	φ _k [°]	φ _d [°]	C _{um} [kN/m²]	dev stand	C _{uk} [kN/m²]	C _{ud} [kN/m²]
0.8	5.8	16	4	30.6	1.3	29	24	110	17.8	97	69
1.8	4.0	12	5	28.2		27	22	77		69	49
2.4	3.3	9	3	26.5	2.4	25	21	61	25.2	53	38
2.8	25.0	58	2	39.1	8.3	37	31	388	337.7	325	232
3.2	7.0	16	2	30.6	0.1	29	24	109	1.2	91	65
3.8	20.3	44	3	40.7	1.7	39	33	295	38.3	256	183
4.2	40.0	82	2	45.0		42	36	550	184.3	461	329

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato

ϕ_m = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato

ϕ_k = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)

ϕ_d = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M2) [$\gamma_\phi = 1.25$]

C_{um} = Dato medio della coesione non drenata

C_{uk} = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)

C_{ud} = Valore di progetto della coesione non drenata (M2) [$\gamma_{cu} = 1.4$]

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-02
(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE: CASEIFICIO SOCIALE BENEDELLO				LOCALITA' : BENEDELLO							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 13/07/2022							
NOME FILE				PENETROMETRO DPSH							
H	N	N _{1,60}	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕ _m [°]	dev stand	ϕ _k [°]	ϕ _d [°]	C _{um} [kN/m²]	dev stand	C _{uk} [kN/m²]	C _{ud} [kN/m²]
0.8	5.8	16	4	30.6	1.3	29	29	110	17.8	93	93
1.8	4.0	12	5	28.2		26	26	77		65	65
2.4	3.3	9	3	26.5	2.4	25	25	61	25.2	52	52
2.8	25.0	58	2	39.1	8.3	37	37	388	337.7	328	328
3.2	7.0	16	2	30.6	0.1	29	29	109	1.2	92	92
3.8	20.3	44	3	40.7	1.7	38	38	295	38.3	249	249
4.2	40.0	82	2	45.0		42	42	550	184.3	464	464

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato

ϕ_m = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato

ϕ_k = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)

ϕ_d = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M1) [$\gamma_\phi = 1.0$]

C_{um} = Dato medio della coesione non drenata

C_{uk} = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)

C_{ud} = Valore di progetto della coesione non drenata (M1) [$\gamma_{cu} = 1.0$]



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPSH-02

COMMITTENTE: CASEIFICIO SOCIALE BENEDELLO	LOCALITA': BENEDELLO
COMUNE: PAVULLO	DATA: 13/07/2022
NOME FILE:	PENETROMETRO DPSH

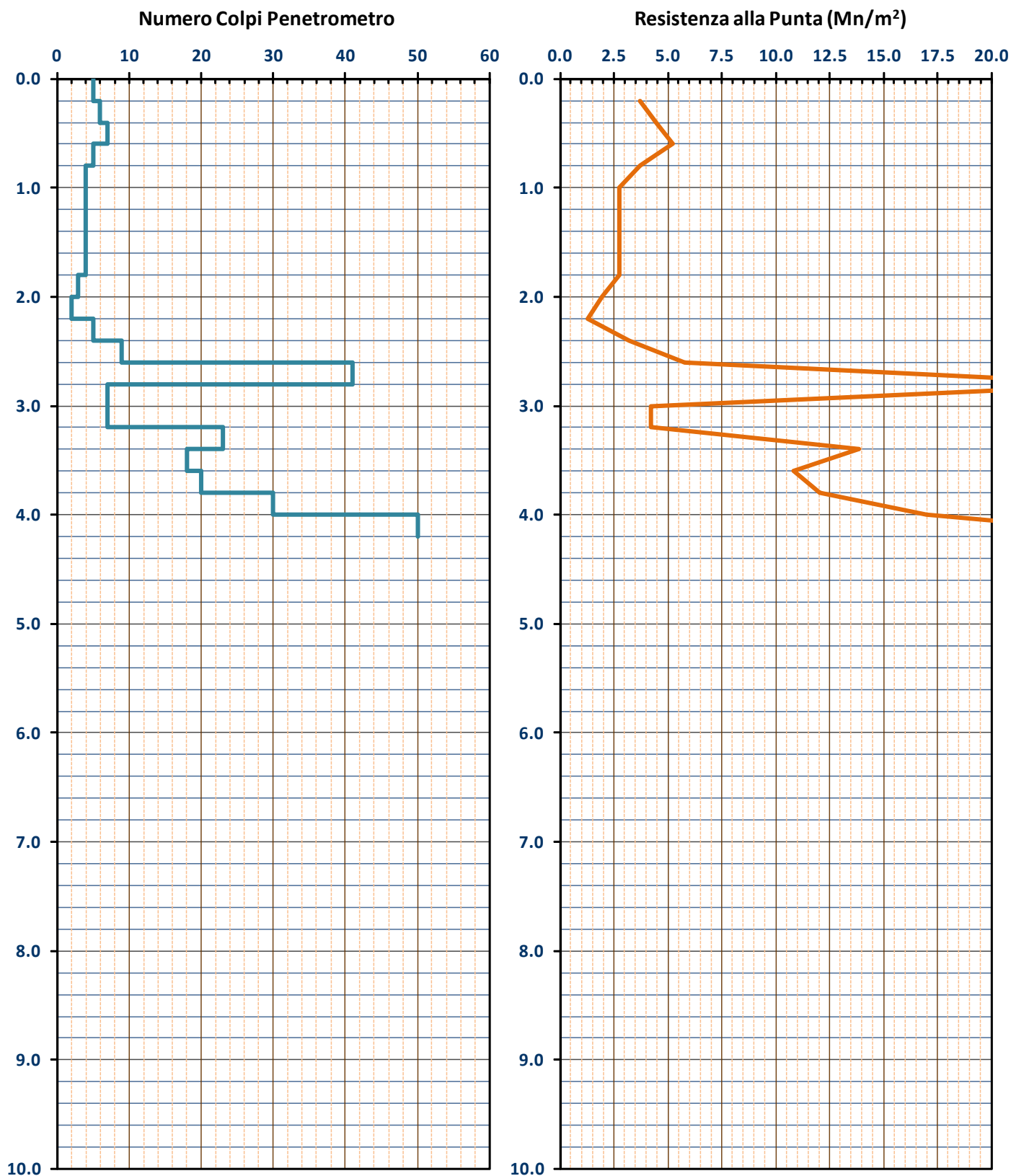




GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPSH-02

COMMITTENTE: CASEIFICIO SOCIALE BENEDELLO	LOCALITA' : BENEDELLO
COMUNE: PAVULLO	DATA: 13/07/2022
NOME FILE:	PENETROMETRO DPSH

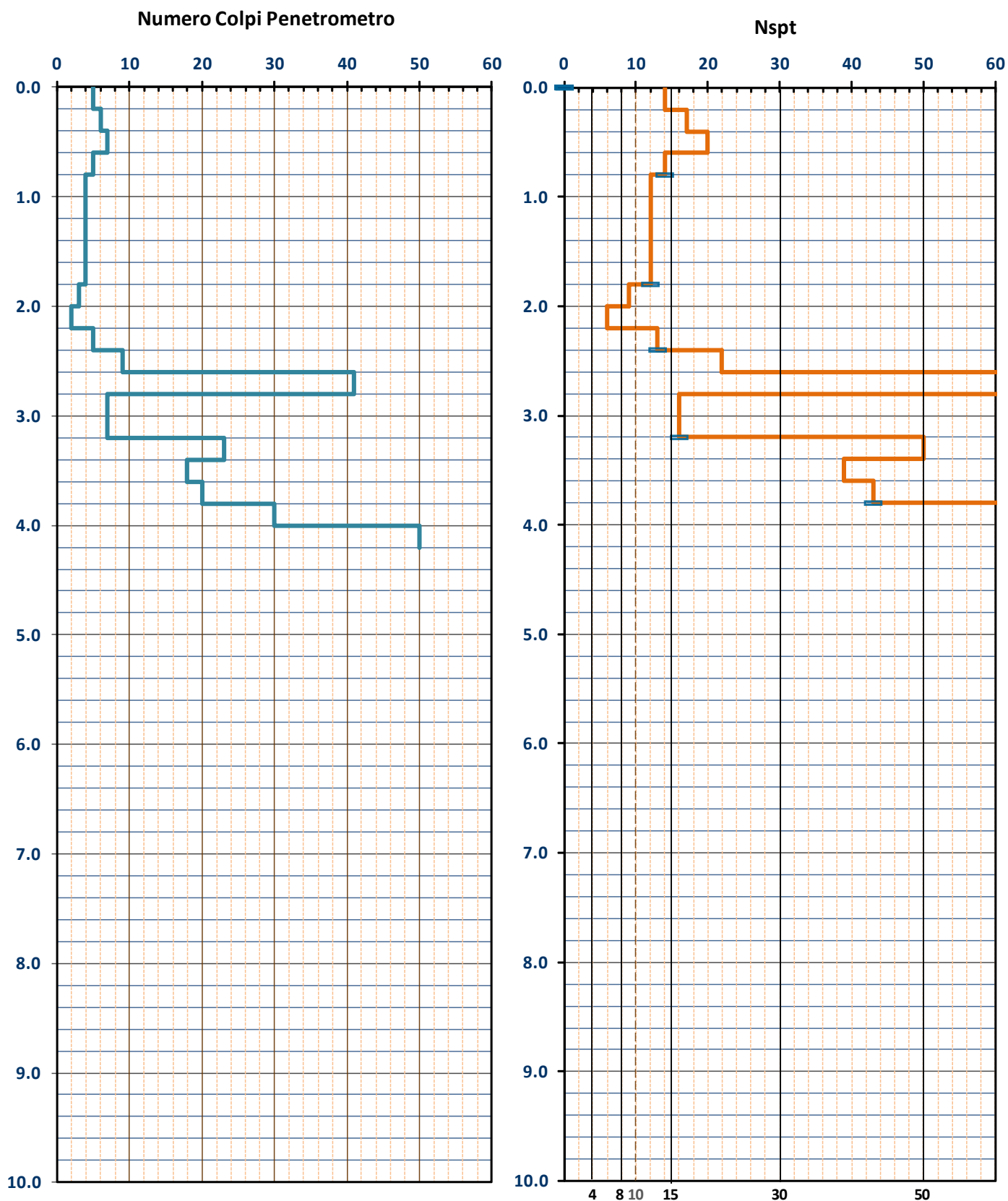




TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-03

COMMITTENTE: CASEIFICIO SOCIALE BENEDELLO						LOCALITA': BENEDELLO						
COMUNE: PAVULLO						DATA: 13/07/2022						
NOME FILE:						PENETROMETRO DPSH			FALDA NO			
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva			σ _v [kN/m ²]	Asta	R _{pd} [kN/m ²]	Q _{a3} [kN/m ²]
			φ [°]	Mo [kN/m ²]	Q _{a1} [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Q _{a2} [kN/m ²]				
0.20	8	22.6	33.4	16063	107	152	13574	260	1.9	1	5959	298
0.40	8	22.6	33.4	16063	141	152	13574	262	5.7	1	5959	298
0.60	5	14.3	29.7	10170	101	96	8595	168	9.5	1	3724	186
0.80	4	11.5	28.2	8186	101	77	6918	137	13.1	1	2979	149
1.00	3	8.7	26.4	6187	95	58	5229	106	16.8	2	2071	104
1.20	3	8.7	26.4	6187	110	58	5229	107	20.4	2	2071	104
1.40	4	11.5	28.2	8186	155	77	6918	140	24.0	2	2762	138
1.60	3	8.7	26.4	6187	140	58	5229	109	27.6	2	2071	104
1.80	3	8.7	26.4	6187	155	58	5229	110	31.2	2	2071	104
2.00	2	5.9	24.4	4170	134	39	3524	79	34.8	3	1287	64
2.20	2	5.6	24.2	3976	142	38	3360	77	38.3	3	1287	64
2.40	3	8.0	25.9	5648	188	53	4773	105	41.9	3	1930	97
2.60	5	12.6	28.7	8920	281	84	7538	159	45.5	3	3217	161
2.80	6	14.5	29.7	10263	339	97	8673	182	49.3	3	3861	193
3.00	5	11.8	28.3	8356	305	79	7062	153	53.0	4	3012	151
3.20	3	7.1	25.3	5007	229	47	4231	100	56.6	4	1807	90
3.40	3	6.9	25.2	4934	240	47	4169	100	60.2	4	1807	90
3.60	3	6.9	25.1	4865	251	46	4111	100	63.9	4	1807	90
3.80	4	8.9	26.6	6350	311	60	5367	125	67.5	4	2410	120
4.00	4	8.8	26.5	6269	323	59	5298	125	71.1	5	2265	113
4.20	3	6.6	24.9	4680	284	44	3955	101	74.8	5	1699	85
4.40	2	4.4	23.1	3116	243	29	2633	76	78.3	5	1133	57
4.60	3	6.4	24.8	4571	305	43	3862	101	81.9	5	1699	85
4.80	3	6.4	24.8	4520	316	43	3819	102	85.5	5	1699	85
5.00	2	4.2	23.0	3013	271	28	2546	78	89.1	6	1069	53
5.20	2	4.2	22.9	2982	280	28	2520	79	92.6	6	1069	53
5.40	5	10.1	27.3	7199	470	68	6083	148	96.2	6	2672	134
5.60	7	13.9	29.5	9887	621	93	8355	193	99.9	6	3740	187
5.80	4	8.0	26.0	5682	432	54	4802	126	103.7	6	2137	107
6.00	2	4.0	22.8	2868	316	27	2423	82	107.3	7	1011	51
6.20	2	4.0	22.7	2842	325	27	2401	83	110.8	7	1011	51
6.40	6	11.6	28.2	8203	607	77	6932	171	114.4	7	3034	152
6.60	10	18.8	31.8	13363	960	126	11293	255	118.2	7	5057	253
6.80	12	22.3	33.3	15820	1187	149	13369	296	122.1	7	6069	303
7.00	9	16.7	30.8	11864	907	112	10026	234	125.9	8	4320	216
7.20	12	21.9	33.1	15566	1234	147	13154	295	129.8	8	5760	288
7.40	8	14.7	29.8	10414	852	98	8800	213	133.6	8	3840	192
7.60	4	7.4	25.5	5267	540	50	4451	131	137.4	8	1920	96
7.80	6	10.9	27.8	7755	711	73	6553	172	141.1	8	2880	144
8.00	4	7.3	25.5	5189	563	49	4385	132	144.8	9	1827	91
8.20	4	7.3	25.4	5152	574	49	4354	133	148.4	9	1827	91
8.40	8	14.1	29.6	10039	934	95	8484	213	152.2	9	3655	183
8.60	40	67.1	45.0	47616	7929	449	40239	822	156.1	9	18273	914
8.80	46	76.3	45.0	54169	8125	511	45776	929	160.3	9	21014	1051
9.00	47	77.4	45.0	54947	8315	519	46434	943	164.5	10	20481	1024
9.20	37	61.0	45.0	43278	8490	408	36573	756	168.7	10	16123	806
9.40	26	43.0	40.4	30529	4250	288	25799	551	172.8	10	11330	566
9.60	15	25.0	34.4	17781	1927	168	15026	346	176.8	10	6536	327
9.80	20	32.9	37.2	23370	2846	221	19750	438	180.8	10	8715	436
10.00	22	36.1	38.3	25598	3343	242	21632	475	184.8	11	9164	458
10.20	18	29.4	36.0	20857	2520	197	17625	400	188.8	11	7498	375
10.40	18	29.1	35.9	20655	2536	195	17455	398	192.8	11	7498	375
10.60	45	70.2	45.0	49811	9766	470	42094	871	196.9	11	18745	937
10.80	50	77.0	45.0	54661	9960	516	46192	951	201.1	11	20828	1041

H = Profondità del letto dello strato elementare	[m]
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento	
N _{1,60} = Numero corrispondente ai colpi della prova SPT normalizzati	
φ° = N _{1,60} = (15 · N _{1,60}) ^{1/2} + 15 (Road Bridge Specificazion)	
Mo = 710 · N _{1,60} [Modulo Confinato]	[kN/m ²] (Farrent)
Q _{a1} = [(h · γ' · N _q) + (½ b · γ' · N _γ)] / 3;	[kN/m ²] (Q _{a1} Terzaghi nastriforme; N _q , N _γ Meyerhof)
Ed = 600 · N _{1,60} [Modulo Edometrico]	[kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 6.7 · N _{1,60}	[kN/m ²] (Terzaghi)
Q _{a2} = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3;	[kN/m ²] (Q _{a2} Terzaghi; Nc=5.14)
R _{dp} = M ² · H / [A · e · (M + P)]	[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Q _{a3} = (R _{dp} / 15 + 30); Q _a = (R _{pd} / 20)	[kN/m ²] (Q _{a3} Carico Ammissibile, Sanglerat)



TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPSH-03
(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: CASEIFICIO SOCIALE BENEDELLO						LOCALITA': BENEDELLO					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 13/07/2022					
NOME FILE						PENETROMETRO DPSH					
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
[m]	[media]	[media]	φ	Mo	Qa1	Cu	Ed	Qa2	σ _v	R _{pd}	Qa3
			[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
0.6	7.0	19.9	32.2	14099	116	133	11914	230	5.7	5214	261
2.4	3.0	8.6	26.3	6102	136	58	5156	108	27.6	2059	103
3.0	5.3	12.9	28.9	9180	308	87	7758	165	49.3	3363	168
5.2	2.9	6.4	24.8	4573	278	43	3865	99	74.7	1679	84
5.8	5.3	10.7	27.6	7589	508	72	6413	156	99.9	2850	142
6.2	2.0	4.0	22.8	2855	321	27	2412	82	109.0	1011	51
7.4	9.5	17.7	31.2	12538	958	118	10596	244	124.0	4680	234
8.2	4.5	8.2	26.1	5841	597	55	4936	142	142.9	2114	106
9.4	34.0	56.5	41.7	40096	6340	378	33884	702	162.5	15146	757
10.4	18.6	30.5	36.3	21652	2634	204	18298	412	184.8	7882	394
10.8	47.5	73.6	45.0	52236	9863	493	44143	911	199.0	19786	989

H = Profondità del letto dello strato elementare N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento N_{1,60} = Numero dei colpi della prova SPT normalizzati φ° = N_{1,60} = (15 · N_{1,60})^{1/2} + 15 (Road Bridge Specificazion) Mo = 710 · N_{1,60} [Modulo Confinato] [kN/m²] (Farrent) Qa1 = [(h · γ' · Nq) + (½ · b · γ · N_γ)] / 3 b=1 m [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nq, N_γ Meyerhof) Cu = 6.7 · N_{1,60} [kN/m²] (Terzaghi) Ed = 600 · N_{1,60} [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler) Qa2 = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3 [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14) R_{pd} = M² · H / [A · e · (M + P)] [kN/m²] (Formula degli Olandesi) Qa3 = (R_{pd} / 15÷30); Qa=(R_{pd} / 20) [kN/m²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)											
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI DPSH-03
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: CASEIFICIO SOCIALE BENEDELLO						LOCALITA': BENEDELLO					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 13/07/2022					
NOME FILE						PENETROMETRO DPSH					
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva					
[m]	[media]	[media]	Hm	γ	σ _v	Dr	Ks	Es	OCR	Ks	Ed
			[media]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[%]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	-	[kN/m ³]	[kN/m ²]
0.6	7.0	19.9	0.3	18.9	5.7	100.0	13972	34750	>4	27581	11914
2.4	3.0	8.6	1.5	18.0	27.6	62.3	16262	7149	0.3	12941	5156
3.0	5.3	12.9	2.7	18.6	49.3	69.1	37006	10447	0.5	19781	7758
5.2	2.9	6.4	4.1	18.0	74.7	44.3	33304	5764	1.2	11860	3865
5.8	5.3	10.7	5.5	18.6	99.9	52.7	60902	9253	3.7	18722	6413
6.2	2.0	4.0	6.0	17.6	109.0	31.5	38500	3779	1.0	9899	2412
7.4	9.5	17.7	6.8	19.2	124.0	63.4	114949	53553	>4	29287	10596
8.2	4.5	8.2	7.8	18.4	142.9	41.3	71634	7449	1.7	17048	4936
9.4	34.0	56.5	8.8	20.6	162.5	100.0	760841	98829	>4	84292	33884
10.4	18.6	30.5	9.9	19.9	184.8	72.7	316101	82560	>4	49401	18298
10.8	47.5	73.6	10.6	21.0	199.0	100.0	1183555	128750	>4	109306	44143

H = Profondità del letto dello strato elementare N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento N_{1,60} = Numero dei colpi della prova SPT normalizzati Hm = Profondità al centro dello strato [m] γ = Peso di volume del terreno [kN/m³] σ_v = Pressione litostatica [kN/m²] Dr = 21 · [(10 · N_{1,60}) / (σ_v + 7)]^{0.5} [Densità relativa] [%] (Gibbs & Holtz) Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa) [Modulo di Reazione - Winkler] [kN/m³] (Bowles, 1988) Es = Es=(105-35·Dr)·N_{1,60}; OCR>4 Es=(525-350·Dr)·N_{1,60} [Modulo Elastico secante] [kN/m²] (Jamolkowski,1988) OCR = (Cu / (σ_v · KK))^{1.25} [Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot) Ed = 600 · N_{1,60} (bassa plasticità) [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)											
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (C_u , ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-03
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE: CASEIFICIO SOCIALE BENEDELLO				LOCALITA' : BENEDELLO							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 13/07/2022							
NOME FILE				PENETROMETRO DPSH							
H	N	N _{1,60}	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (C _u)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕ _m [°]	dev stand	ϕ _k [°]	ϕ _d [°]	C _{um} [kN/m ²]	dev stand	C _{uk} [kN/m ²]	C _{ud} [kN/m ²]
0.6	7.0	20	3	32.2	2.2	31	25	133	32.1	115	82
2.4	3.0	9	9	26.3	1.4	25	21	58	13.8	48	35
3.0	5.3	13	3	28.9	0.7	28	23	87	9.2	75	54
5.2	2.9	6	11	24.8	1.3	24	20	43	11.0	37	26
5.8	5.3	11	3	27.6	1.8	26	22	72	20.1	62	44
6.2	2.0	4	2	22.8	0.0	21	17	27	0.2	23	16
7.4	9.5	18	6	31.2	2.0	29	24	118	28.1	93	66
8.2	4.5	8	4	26.1	1.2	25	20	55	12.0	49	35
9.4	34.0	56	6	41.7	6.2	36	30	378	162.4	232	166
10.4	18.6	30	5	36.3	1.5	35	29	204	28.0	183	131
10.8	47.5	74	2	45.0		42	36	493	32.4	414	295

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato

ϕ_m = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato

ϕ_k = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)

ϕ_d = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M2) [$\gamma_\phi = 1.25$]

C_{um} = Dato medio della coesione non drenata

C_{uk} = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)

C_{ud} = Valore di progetto della coesione non drenata (M2) [$\gamma_{cu} = 1.4$]

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (C_u , ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-03
(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE: CASEIFICIO SOCIALE BENEDELLO				LOCALITA' : BENEDELLO							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 13/07/2022							
NOME FILE				PENETROMETRO DPSH							
H	N	N _{1,60}	Dati	Natura granulare (φ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	φ _m [°]	dev stand	φ _k [°]	φ _d [°]	C _{um} [kN/m ²]	dev stand	C _{uk} [kN/m ²]	C _{ud} [kN/m ²]
0.6	7.0	20	3	32.2	2.2	30	30	133	32.1	112	112
2.4	3.0	9	9	26.3	1.4	24	24	58	13.8	38	38
3.0	5.3	13	3	28.9	0.7	27	27	87	9.2	73	73
5.2	2.9	6	11	24.8	1.3	23	23	43	11.0	28	28
5.8	5.3	11	3	27.6	1.8	26	26	72	20.1	60	60
6.2	2.0	4	2	22.8	0.0	21	21	27	0.2	23	23
7.4	9.5	18	6	31.2	2.0	28	28	118	28.1	78	78
8.2	4.5	8	4	26.1	1.2	24	24	55	12.0	47	47
9.4	34.0	56	6	41.7	6.2	31	31	378	162.4	177	177
10.4	18.6	30	5	36.3	1.5	34	34	204	28.0	173	173
10.8	47.5	74	2	45.0		42	42	493	32.4	416	416

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato

ϕ_m = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato

ϕ_k = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)

ϕ_d = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M1) [$\gamma_\phi = 1.0$]

C_{um} = Dato medio della coesione non drenata

C_{uk} = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)

C_{ud} = Valore di progetto della coesione non drenata (M1) [$\gamma_{cu} = 1.0$]



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPSH-03

COMMITTENTE: CASEIFICIO SOCIALE BENEDELLO	LOCALITA' : BENEDELLO
COMUNE: PAVULLO	DATA: 13/07/2022
NOME FILE:	PENETROMETRO DPSH

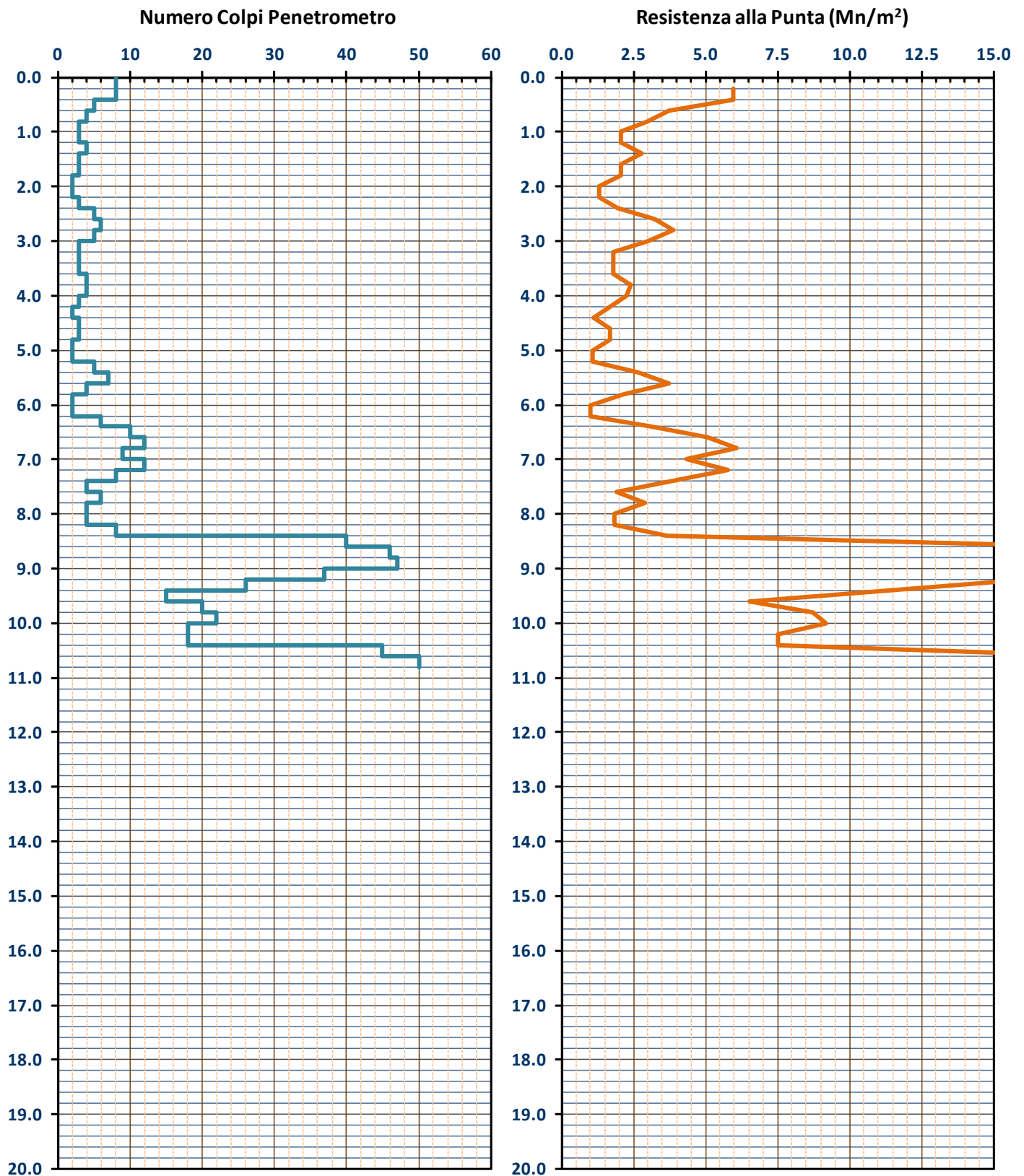




GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPSH-03

COMMITTENTE: CASEIFICIO SOCIALE BENEDELLO	LOCALITA': BENEDELLO
COMUNE: PAVULLO	DATA: 13/07/2022
NOME FILE:	PENETROMETRO DPSH

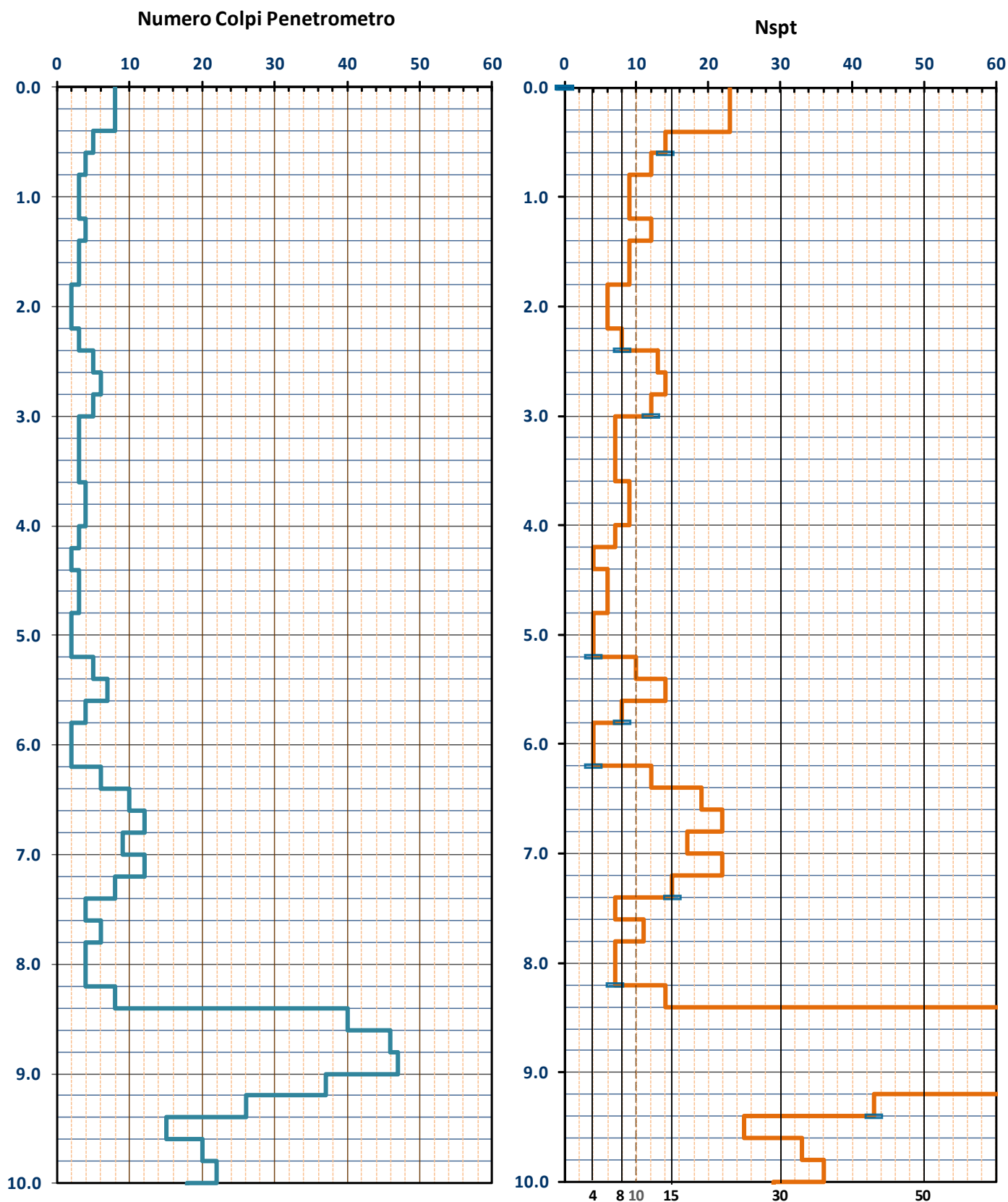




TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM-01

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO						LOCALITA': SPINZOLA						
COMUNE: PAVULLO						DATA: 26/01/2004						
NOME FILE:						PENETROMETRO DPM				FALDA NO		
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva			σ _v [kN/m ²]	Asta	R _{pd} [kN/m ²]	Q _{a3} [kN/m ²]
			φ [°]	Mo [kN/m ²]	Q _{a1} [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Q _{a2} [kN/m ²]				
0.10	3	4.4	23.1	3110	17	29	2628	51	0.9	1	1070	54
0.20	3	4.4	23.1	3110	23	29	2628	51	2.7	1	1070	54
0.30	2	3.0	21.7	2151	23	20	1817	36	4.5	1	713	36
0.40	2	3.0	21.7	2151	27	20	1817	37	6.2	1	713	36
0.50	3	4.4	23.1	3110	38	29	2628	53	8.0	1	1070	54
0.60	3	4.4	23.1	3110	43	29	2628	54	9.8	1	1070	54
0.70	2	3.0	21.7	2151	41	20	1817	39	11.6	1	713	36
0.80	2	3.0	21.7	2151	45	20	1817	39	13.4	1	713	36
0.90	2	3.0	21.7	2151	50	20	1817	40	15.1	1	713	36
1.00	2	3.0	21.7	2151	54	20	1817	40	16.9	1	713	36
1.10	1	1.5	19.8	1095	47	10	925	24	18.6	2	322	16
1.20	2	3.0	21.7	2151	63	20	1817	42	20.4	2	644	32
1.30	3	4.4	23.1	3110	79	29	2628	58	22.1	2	967	48
1.40	3	4.4	23.1	3110	85	29	2628	58	23.9	2	967	48
1.50	2	3.0	21.7	2151	77	20	1817	43	25.7	2	644	32
1.60	3	4.4	23.1	3110	95	29	2628	59	27.5	2	967	48
1.70	2	3.0	21.7	2151	86	20	1817	45	29.3	2	644	32
1.80	2	3.0	21.7	2151	90	20	1817	45	31.1	2	644	32
1.90	3	4.4	23.1	3110	111	29	2628	61	32.8	2	967	48
2.00	2	3.0	21.7	2151	99	20	1817	46	34.6	2	644	32
2.10	4	5.7	24.2	4012	137	38	3390	77	36.4	3	1175	59
2.20	4	5.7	24.2	4012	143	38	3390	78	38.2	3	1175	59
2.30	5	6.9	25.1	4875	166	46	4119	92	40.1	3	1469	73
2.40	5	6.9	25.1	4875	173	46	4119	93	41.9	3	1469	73
2.50	6	8.0	26.0	5707	198	54	4823	107	43.8	3	1762	88
2.60	7	9.2	26.7	6516	224	61	5506	121	45.7	3	2056	103
2.70	9	11.4	28.1	8077	271	76	6826	146	47.6	3	2643	132
2.80	7	9.2	26.7	6516	240	61	5506	122	49.5	3	2056	103
2.90	6	8.0	26.0	5707	227	54	4823	109	51.4	3	1762	88
3.00	5	6.9	25.1	4875	213	46	4119	97	53.2	3	1469	73
3.10	5	6.9	25.1	4875	220	46	4119	97	55.1	4	1350	68
3.20	5	6.9	25.1	4875	227	46	4119	98	56.9	4	1350	68
3.30	6	8.0	26.0	5707	257	54	4823	112	58.8	4	1620	81
3.40	7	9.2	26.7	6516	288	61	5506	126	60.7	4	1890	95
3.50	8	10.3	27.4	7305	320	69	6173	139	62.6	4	2160	108
3.60	8	10.3	27.4	7305	329	69	6173	140	64.5	4	2160	108
3.70	8	10.3	27.4	7305	338	69	6173	140	66.4	4	2160	108
3.80	7	9.2	26.7	6516	320	61	5506	128	68.3	4	1890	95
3.90	5	6.9	25.1	4875	274	46	4119	102	70.1	4	1350	68
4.00	6	8.0	26.0	5707	309	54	4823	116	72.0	4	1620	81
4.10	5	6.9	25.1	4875	288	46	4119	103	73.8	5	1249	62
4.20	6	8.0	26.0	5707	323	54	4823	118	75.7	5	1499	75
4.30	7	9.2	26.7	6516	360	61	5506	131	77.6	5	1749	87
4.40	7	9.2	26.7	6516	368	61	5506	132	79.5	5	1749	87
4.50	7	9.2	26.7	6516	376	61	5506	132	81.4	5	1749	87
4.60	7	9.2	26.7	6516	384	61	5506	133	83.2	5	1749	87
4.70	6	8.0	26.0	5707	360	54	4823	121	85.1	5	1499	75
4.80	6	8.0	26.0	5707	368	54	4823	121	87.0	5	1499	75
4.90	7	9.2	26.7	6516	408	61	5506	135	88.9	5	1749	87
5.00	9	11.4	28.1	8077	484	76	6826	161	90.8	5	2249	112
5.10	7	9.2	26.7	6516	425	61	5506	136	92.7	6	1626	81
5.20	6	8.0	26.0	5707	398	54	4823	124	94.6	6	1394	70
5.30	7	9.2	26.7	6516	441	61	5506	137	96.4	6	1626	81
5.40	8	10.3	27.4	7305	485	69	6173	151	98.3	6	1858	93
5.50	8	10.3	27.4	7305	494	69	6173	152	100.2	6	1858	93
5.60	8	10.3	27.4	7305	503	69	6173	152	102.1	6	1858	93
5.70	10	12.4	28.7	8835	589	83	7466	178	104.0	6	2323	116
5.80	18	20.5	32.5	14531	950	137	12279	270	106.0	6	4181	209
5.90	20	22.4	33.3	15881	1068	150	13421	293	108.0	6	4646	232
6.00	33	33.0	37.2	23430	1817	221	19800	415	110.0	6	7666	383



TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPM-01
(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO						LOCALITA': SPINZOLA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 26/01/2004					
NOME FILE						PENETROMETRO DPM					
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESE		
[m]	[media]	[media]	φ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa ₁ [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa ₂ [kN/m ²]	σ _v [kN/m ²]	R _{pd} [kN/m ²]	Qa ₃ [kN/m ²]
2.0	2.4	3.5	22.2	2481	60	23	2097	46	17.8	799	40
2.5	4.8	6.6	24.9	4696	163	44	3968	89	40.1	1410	70
4.2	6.5	8.6	26.3	6074	275	57	5133	118	60.7	1781	89
5.7	7.3	9.5	26.9	6771	430	64	5722	140	90.8	1769	88
5.9	19.0	21.4	32.9	15206	1009	143	12850	282	107.0	4414	221
6.0	33.0	33.0	37.2	23430	1817	221	19800	415	110.0	7666	383

H = Profondità del letto dello strato elementare											
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento											
N _{1,60} = Numero dei colpi della prova SPT normalizzati											
φ° = N _{1,60} = (15 · N _{1,60}) ^{1/2} + 15 (Road Bridge Specificazion)											
Mo = 710 · N _{1,60} [Modulo Confinato]						[kN/m ²] (Farrent)					
Qa ₁ = [(h · γ' · N _q) + (½ · b · γ · N _γ)] / 3						b=1 m [kN/m ²] (Qa Terzaghi; N _q , N _γ Meyerhof)					
Cu = 6.7 · N _{1,60}						[kN/m ²] (Terzaghi)					
Ed = 600 · N _{1,60} [Modulo Edometrico]						[kN/m ²] (Stroud & Butler)					
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · N _c)] / 3						[kN/m ²] (Qa Terzaghi; N _c =5.14)					
R _{pd} = M ² · H / [A · e · (M + P)]						[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)					
Qa ₃ = (R _{pd} / 15÷30); Qa=(R _{pd} / 20)						[kN/m ²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)					

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI DPM-01
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO						LOCALITA': SPINZOLA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 26/01/2004					
NOME FILE						PENETROMETRO DPM					
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva					
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m ³]	σ _v [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [kN/m ³]	Es [kN/m ²]	OCR -	Ks [kN/m ³]	Ed [kN/m ²]
2.0	2.4	3.5	1.0	17.8	17.8	41.9	7163	3157	0.2	5525	2097
2.5	4.8	6.6	2.3	18.5	40.1	51.5	19600	5753	0.2	10715	3968
4.2	6.5	8.6	3.4	18.8	60.7	53.7	32955	7374	0.4	14213	5133
5.7	7.3	9.5	5.0	18.9	90.8	51.1	51542	8306	3.6	16768	5722
5.9	19.0	21.4	5.8	20.0	107.0	73.0	121081	57681	>4	33782	12850
6.0	33.0	33.0	6.0	20.6	110.0	89.9	218002	69404	>4	49859	19800

H = Profondità del letto dello strato elementare											
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento											
N _{1,60} = Numero dei colpi della prova SPT normalizzati											
Hm = Profondità al centro dello strato						[m]					
γ = Peso di volume del terreno						[kN/m ³]					
σ _v = Pressione litostatica						[kN/m ²]					
Dr = 21 · [(10 · N _{1,60}) / (σ _v + 7)] ^{0.5}						[Densità relativa]			[%] (Gibbs & Holtz)		
Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa)						[Modulo di Reazione - Winkler]			[kN/m ³] (Bowles, 1988)		
Es = Es = (105-35 · Dr) · N _{1,60} ; OCR>4 Es=(525-350 · Dr) · N _{1,60}						[Modulo Elastico secante]			[kN/m ²] (Jamolkowski, 1988)		
OCR = (Cu / (σ _v · KK)) ^{1.25}						[Sovraconsolidamento]			[-] (Ladd & Foot)		
Ed = 600 · N _{1,60} (bassa plasticità)						[Modulo Edometrico]			[kN/m ²] (Stroud & Butler)		



TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (C_u , ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPM-01
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO				LOCALITA' : SPINZOLA							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 26/01/2004							
NOME FILE				PENETROMETRO DPM							
H	N	N _{1,60}	Dati	Natura granulare (φ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	φ _m [°]	dev stand	φ _k [°]	φ _d [°]	C _{um} [kN/m²]	dev stand	C _{uk} [kN/m²]	C _{ud} [kN/m²]
2.0	2.4	3	20	22.2	0.9	22	18	23	5.4	21	15
2.5	4.8	7	5	24.9	0.7	24	20	44	6.7	40	28
4.2	6.5	9	17	26.3	1.0	26	21	57	9.7	53	38
5.7	7.3	10	15	26.9	0.8	27	22	64	8.2	60	43
5.9	19.0	21	2	32.9	0.6	31	26	143	9.0	120	86
6.0	33.0	33	1	37.2		34	29	221		187	133

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato

ϕ_m = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato

ϕ_k = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)

ϕ_d = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M2) [$\gamma_\phi = 1.25$]

C_{um} = Dato medio della coesione non drenata

C_{uk} = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)

C_{ud} = Valore di progetto della coesione non drenata (M2) [$\gamma_{cu} = 1.4$]

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (C_u , ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPM-01
(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO				LOCALITA' : SPINZOLA							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 26/01/2004							
NOME FILE				PENETROMETRO DPM							
H	N	N _{1.60}	Dati	Natura granulare (φ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	φ _m [°]	dev stand	φ _k [°]	φ _d [°]	C _{um} [kN/m²]	dev stand	C _{uk} [kN/m²]	C _{ud} [kN/m²]
2.0	2.4	3	20	22.2	0.9	21	21	23	5.4	16	16
2.5	4.8	7	5	24.9	0.7	23	23	44	6.7	37	37
4.2	6.5	9	17	26.3	1.0	25	25	57	9.7	43	43
5.7	7.3	10	15	26.9	0.8	26	26	64	8.2	51	51
5.9	19.0	21	2	32.9	0.6	31	31	143	9.0	121	121
6.0	33.0	33	1	37.2		35	35	221		187	187

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato

ϕ_m = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato

ϕ_k = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)

ϕ_d = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M1) [$\gamma_\phi = 1.0$]

C_{um} = Dato medio della coesione non drenata

C_{uk} = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)

C_{ud} = Valore di progetto della coesione non drenata (M1) [$\gamma_{cu} = 1.0$]



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPM-01

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO	LOCALITA': SPINZOLA
COMUNE: PAVULLO	DATA: 26/01/2004
NOME FILE:	PENETROMETRO DPM

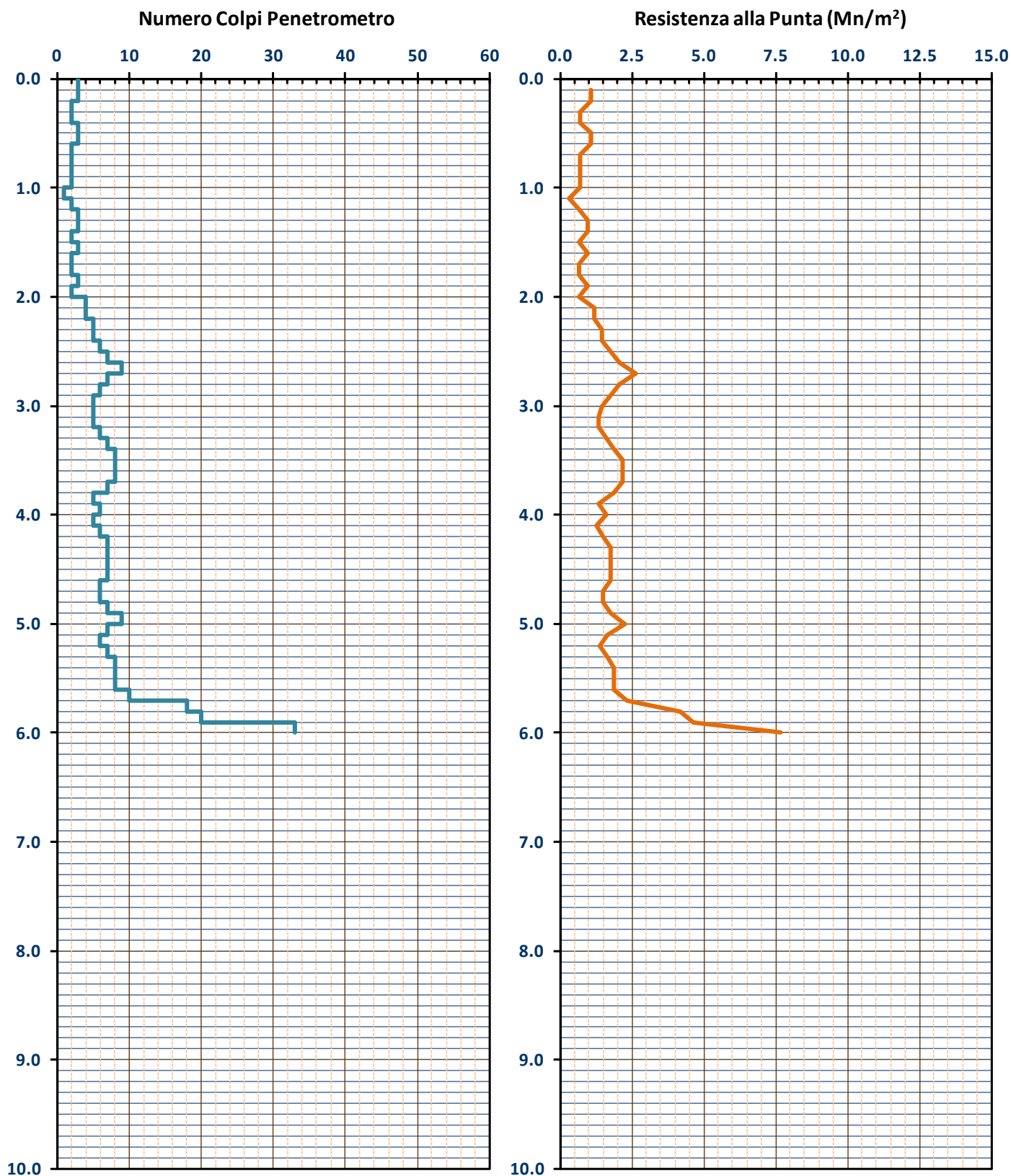




GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPM-01

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO	LOCALITA' : SPINZOLA
COMUNE: PAVULLO	DATA: 26/01/2004
NOME FILE:	PENETROMETRO DPM

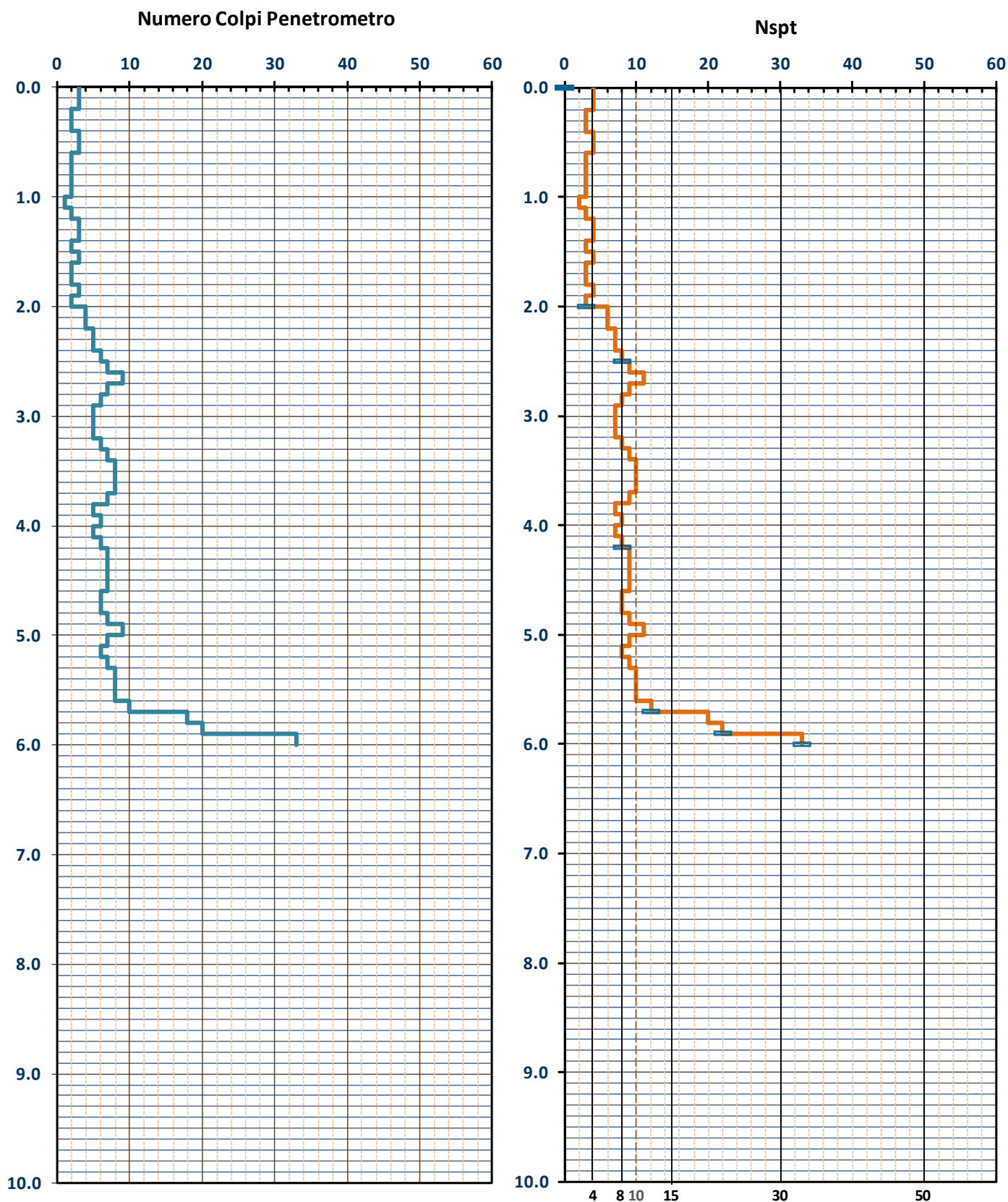




TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM-02

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO						LOCALITA': SPINZOLA						
COMUNE: PAVULLO						DATA: 26/01/2004						
NOME FILE:						PENETROMETRO DPM				FALDA NO		
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva			σ _v	Asta	R _{pd}	Q _{a3}
			φ	Mo	Q _{a1}	Cu	Ed	Q _{a2}				
[°]			[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]		[kN/m ²]	[kN/m ²]
0.10	1	1.5	19.8	1095	10	10	925	18	0.9	1	357	18
0.20	1	1.5	19.8	1095	13	10	925	19	2.6	1	357	18
0.30	1	1.5	19.8	1095	17	10	925	19	4.3	1	357	18
0.40	1	1.5	19.8	1095	20	10	925	20	6.0	1	357	18
0.50	1	1.5	19.8	1095	24	10	925	20	7.7	1	357	18
0.60	2	3.0	21.7	2151	35	20	1817	38	9.4	1	713	36
0.70	3	4.4	23.1	3110	47	29	2628	54	11.2	1	1070	54
0.80	2	3.0	21.7	2151	44	20	1817	39	12.9	1	713	36
0.90	4	5.7	24.2	4012	66	38	3390	70	14.7	1	1427	71
1.00	4	5.7	24.2	4012	72	38	3390	70	16.6	1	1427	71
1.10	3	4.4	23.1	3110	68	29	2628	56	18.4	2	967	48
1.20	2	3.0	21.7	2151	63	20	1817	41	20.2	2	644	32
1.30	3	4.4	23.1	3110	79	29	2628	58	22.0	2	967	48
1.40	3	4.4	23.1	3110	84	29	2628	58	23.8	2	967	48
1.50	5	6.9	25.1	4875	114	46	4119	87	25.6	2	1611	81
1.60	33	33.0	37.2	23430	598	221	19800	388	27.5	2	10634	532
1.70	58	58.0	44.5	41180	2064	389	34800	676	29.6	2	18690	935
1.80	26	27.9	35.5	19810	509	187	16741	331	31.7	2	8378	419
1.90	23	25.2	34.4	17866	462	169	15098	300	33.7	2	7412	371
2.00	18	20.5	32.5	14531	373	137	12279	247	35.7	2	5800	290
2.10	15	17.5	31.2	12457	329	118	10527	214	37.7	3	4406	220
2.20	13	15.5	30.3	11037	304	104	9327	192	39.7	3	3818	191
2.30	14	16.6	30.8	11752	337	111	9931	204	41.6	3	4112	206
2.40	18	20.5	32.5	14531	438	137	12279	249	43.6	3	5287	264
2.50	19	21.4	32.9	15209	479	144	12852	261	45.6	3	5580	279
2.60	18	20.5	32.5	14531	471	137	12279	251	47.6	3	5287	264
2.70	17	19.5	32.1	13846	462	131	11701	240	49.6	3	4993	250
2.80	15	17.5	31.2	12457	427	118	10527	219	51.6	3	4406	220
2.90	15	17.5	31.2	12457	441	118	10527	219	53.5	3	4406	220
3.00	20	22.4	33.3	15881	594	150	13421	275	55.5	3	5874	294
3.10	27	28.8	35.8	20450	849	193	17282	350	57.5	4	7290	365
3.20	41	41.0	39.8	29110	1553	275	24600	491	59.6	4	11070	554

H =	Profondità del letto dello strato elementare	[m]
N =	Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento	
N _{1,60} =	Numero corrispondente ai colpi della prova SPT normalizzati	
φ° =	N _{1,60} = (15 · N _{1,60}) ^{1/2} + 15 (Road Bridge Specification)	
Mo =	710 · N _{1,60} [Modulo Confinato]	[kN/m ²] (Farrent)
Q _{a1} =	[(h · γ' · N _q) + (½ b · γ' · N _γ)] / 3;	[kN/m ²] (Q _{a1} Terzaghi nastriforme; N _q , N _γ Meyerhof)
Ed =	600 · N _{1,60} [Modulo Edometrico]	[kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu =	6.7 · N _{1,60}	[kN/m ²] (Terzaghi)
Q _{a2} =	[(h · γ') + (Cu · N _c)] / 3;	[kN/m ²] (Q _{a2} Terzaghi; N _c = 5.14)
R _{dp} =	M ² · H / [A · e · (M + P)]	[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Q _{a3} =	(R _{dp} / 15) ÷ 30; Q _a = (R _{pd} / 20)	[kN/m ²] (Q _{a3} Carico Ammissibile, Sanglerat)



TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPM-02
(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO						LOCALITA': SPINZOLA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 26/01/2004					
NOME FILE						PENETROMETRO DPM					
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESE		
[m]	[media]	[media]	φ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa ₁ [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa ₂ [kN/m ²]	σ _v [kN/m ²]	R _{pd} [kN/m ²]	Qa ₃ [kN/m ²]
0.5	1.0	1.5	19.8	1095	17	10	925	19	4.3	357	18
1.5	3.1	4.5	23.1	3179	67	30	2686	57	17.5	1051	53
1.9	35.0	36.0	37.9	25572	908	241	21610	424	30.7	11278	564
2.9	16.2	18.7	31.7	13281	406	125	11223	230	44.6	4809	240
3.1	23.5	25.6	34.6	18165	722	171	15351	313	56.5	6582	329
3.2	41.0	41.0	39.8	29110	1553	275	24600	491	59.6	11070	554

H = Profondità del letto dello strato elementare											
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento											
N _{1,60} = Numero dei colpi della prova SPT normalizzati											
φ° = N _{1,60} = (15 · N _{1,60}) ^{1/2} + 15 (Road Bridge Specificazion)											
Mo = 710 · N _{1,60} [Modulo Confinato]						[kN/m ²] (Farrent)					
Qa ₁ = [(h · γ' · N _q) + (½ · b · γ · N _γ)] / 3						b=1 m [kN/m ²] (Qa Terzaghi; N _q , N _γ Meyerhof)					
Cu = 6.7 · N _{1,60}						[kN/m ²] (Terzaghi)					
Ed = 600 · N _{1,60} [Modulo Edometrico]						[kN/m ²] (Stroud & Butler)					
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · N _c)] / 3						[kN/m ²] (Qa Terzaghi; N _c =5.14)					
R _{pd} = M ² · H / [A · e · (M + P)]						[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)					
Qa ₃ = (R _{pd} / 15÷30); Qa = (R _{pd} / 20)						[kN/m ²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)					

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI DPM-02
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO						LOCALITA': SPINZOLA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 26/01/2004					
NOME FILE						PENETROMETRO DPM					
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva					
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m ³]	σ _v [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [kN/m ³]	Es [kN/m ²]	OCR -	Ks [kN/m ³]	Ed [kN/m ²]
0.5	1.0	1.5	0.3	17.0	4.3	30.3	2011	1456	0.3	2294	925
1.5	3.1	4.5	1.0	18.0	17.5	47.5	8075	3957	0.2	6866	2686
1.9	35.0	36.0	1.7	20.7	30.7	100.0	108998	25211	1.9	50839	21610
2.9	16.2	18.7	2.4	19.8	44.6	84.8	48732	14087	0.7	27552	11223
3.1	23.5	25.6	3.0	20.2	56.5	94.4	86584	18408	1.3	37505	15351
3.2	41.0	41.0	3.2	20.9	59.6	100.0	186371	28700	2.5	58862	24600

H = Profondità del letto dello strato elementare											
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento											
N _{1,60} = Numero dei colpi della prova SPT normalizzati											
Hm = Profondità al centro dello strato						[m]					
γ = Peso di volume del terreno						[kN/m ³]					
σ _v = Pressione litostatica						[kN/m ²]					
Dr = 21 · [(10 · N _{1,60}) / (σ _v + 7)] ^{0.5}						[Densità relativa]			[%] (Gibbs & Holtz)		
Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa)						[Modulo di Reazione - Winkler]			[kN/m ³] (Bowles, 1988)		
Es = Es = (105-35 · Dr) · N _{1,60} ; OCR > 4 Es = (525-350 · Dr) · N _{1,60}						[Modulo Elastico secante]			[kN/m ²] (Jamolkowski, 1988)		
OCR = (Cu / (σ _v · KK)) ^{1.25}						[Sovraconsolidamento]			[-] (Ladd & Foot)		
Ed = 600 · N _{1,60} (bassa plasticità)						[Modulo Edometrico]			[kN/m ²] (Stroud & Butler)		



TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (C_u , ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPM-02
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO				LOCALITA' : SPINZOLA							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 26/01/2004							
NOME FILE				PENETROMETRO DPM							
H	N	N _{1,60}	Dati	Natura granulare (φ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	φ _m [°]	dev stand	φ _k [°]	φ _d [°]	C _{um} [kN/m²]	dev stand	C _{uk} [kN/m²]	C _{ud} [kN/m²]
0.5	1.0	2	5	19.8		19	15	10		9	7
1.5	3.1	4	10	23.1	1.2	22	18	30	8.6	25	18
1.9	35.0	36	4	37.9	4.5	36	30	241	100.6	213	152
2.9	16.2	19	10	31.7	0.9	31	26	125	13.4	117	84
3.1	23.5	26	2	34.6	1.7	33	27	171	30.5	144	103
3.2	41.0	41	1	39.8		37	31	275		232	166

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato

ϕ_m = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato

ϕ_k = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)

ϕ_d = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M2) [$\gamma_\phi = 1.25$]

C_{um} = Dato medio della coesione non drenata

C_{uk} = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)

C_{ud} = Valore di progetto della coesione non drenata (M2) [$\gamma_{cu} = 1.4$]

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (C_u , ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPM-02
(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO				LOCALITA': SPINZOLA							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 26/01/2004							
NOME FILE				PENETROMETRO DPM							
H	N	N _{1,60}	Dati	Natura granulare (φ)				Natura Coesiva (C _u)			
[m]	[media]	[media]	Num	φ _m [°]	dev stand	φ _k [°]	φ _d [°]	C _{um} [kN/m ²]	dev stand	C _{uk} [kN/m ²]	C _{ud} [kN/m ²]
0.5	1.0	2	5	19.8		19	19	10		9	9
1.5	3.1	4	10	23.1	1.2	21	21	30	8.6	18	18
1.9	35.0	36	4	37.9	4.5	35	35	241	100.6	204	204
2.9	16.2	19	10	31.7	0.9	30	30	125	13.4	105	105
3.1	23.5	26	2	34.6	1.7	32	32	171	30.5	145	145
3.2	41.0	41	1	39.8		37	37	275		232	232

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato

ϕ_m = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato

ϕ_k = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)

ϕ_d = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M1) [$\gamma_\phi = 1.0$]

C_{um} = Dato medio della coesione non drenata

C_{uk} = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)

C_{ud} = Valore di progetto della coesione non drenata (M1) [$\gamma_{cu} = 1.0$]



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPM-02

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO	LOCALITA' : SPINZOLA
COMUNE: PAVULLO	DATA: 26/01/2004
NOME FILE:	PENETROMETRO DPM

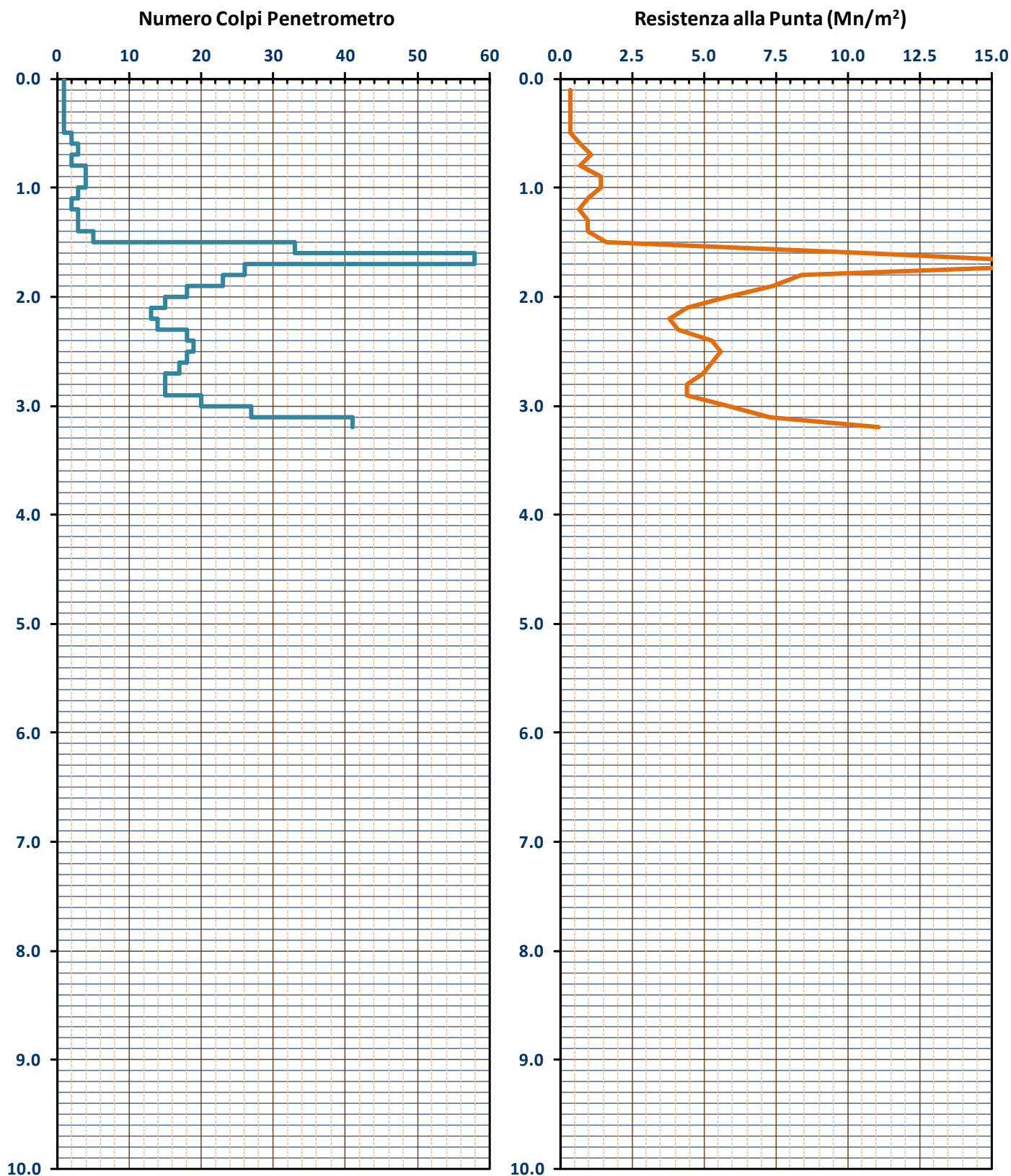




GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPM-02

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO	LOCALITA': SPINZOLA
COMUNE: PAVULLO	DATA: 26/01/2004
NOME FILE:	PENETROMETRO DPM

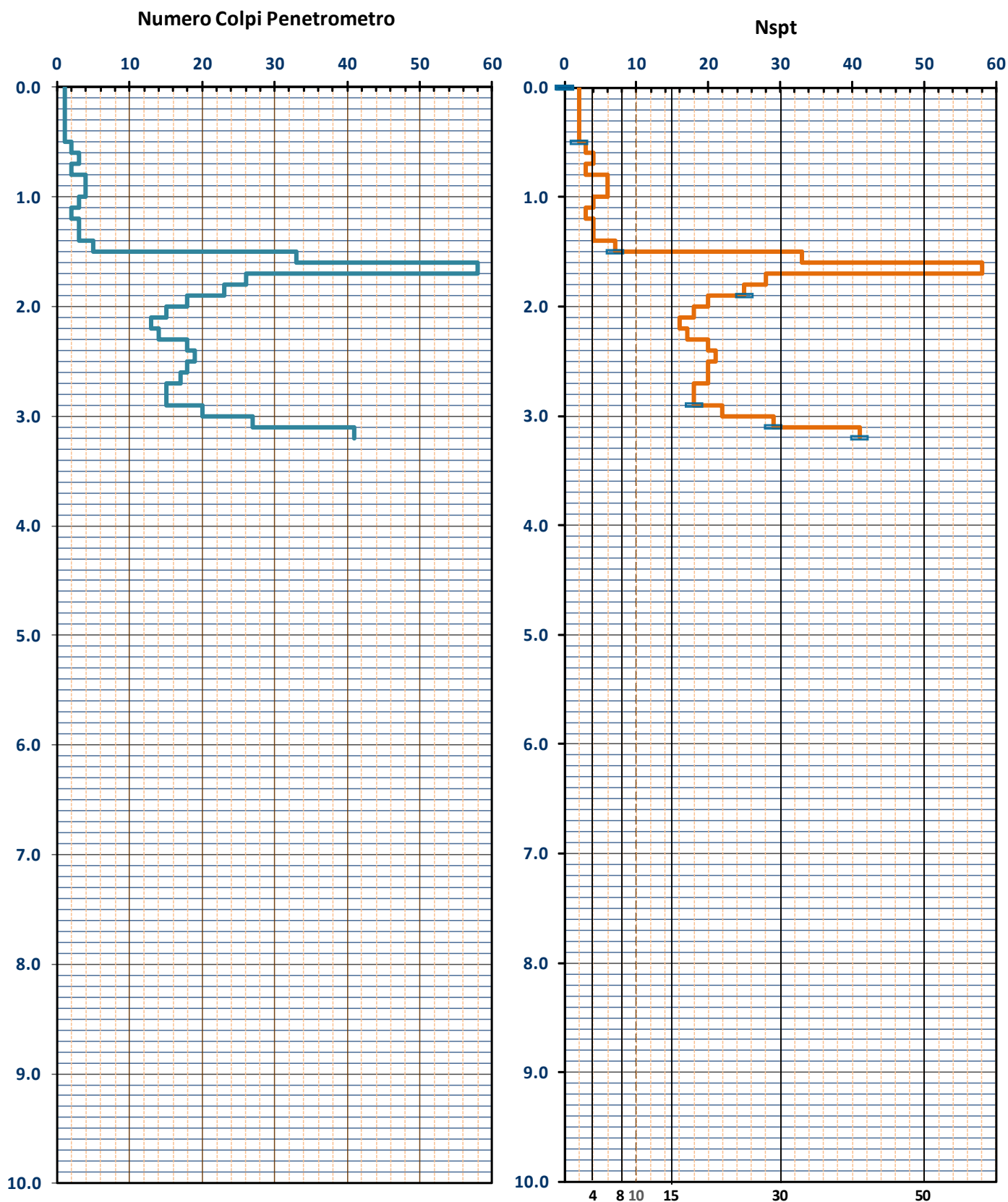




TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM-03

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO						LOCALITA': SPINZOLA						
COMUNE: PAVULLO						DATA: 26/01/2004						
NOME FILE:						PENETROMETRO DPM				FALDA NO		
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva			σ _v	Asta	R _{pd}	Q _{a3}
			φ	Mo	Q _{a1}	Cu	Ed	Q _{a2}				
[°]			[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]		[kN/m ²]	[kN/m ²]
0.10	4	5.7	24.2	4012	21	38	3390	65	0.9	1	1427	71
0.20	2	3.0	21.7	2151	18	20	1817	36	2.7	1	713	36
0.30	3	4.4	23.1	3110	28	29	2628	52	4.5	1	1070	54
0.40	4	5.7	24.2	4012	39	38	3390	67	6.3	1	1427	71
0.50	5	6.9	25.1	4875	51	46	4119	82	8.1	1	1783	89
0.60	4	5.7	24.2	4012	51	38	3390	68	10.0	1	1427	71
0.70	3	4.4	23.1	3110	49	29	2628	54	11.8	1	1070	54
0.80	2	3.0	21.7	2151	46	20	1817	39	13.6	1	713	36
0.90	2	3.0	21.7	2151	50	20	1817	40	15.4	1	713	36
1.00	1	1.5	19.8	1095	44	10	925	23	17.1	1	357	18
1.10	2	3.0	21.7	2151	59	20	1817	41	18.8	2	644	32
1.20	1	1.5	19.8	1095	51	10	925	25	20.5	2	322	16
1.30	2	3.0	21.7	2151	68	20	1817	42	22.3	2	644	32
1.40	2	3.0	21.7	2151	72	20	1817	43	24.0	2	644	32
1.50	2	3.0	21.7	2151	77	20	1817	43	25.8	2	644	32
1.60	2	3.0	21.7	2151	81	20	1817	44	27.6	2	644	32
1.70	3	4.4	23.1	3110	100	29	2628	60	29.3	2	967	48
1.80	3	4.4	23.1	3110	106	29	2628	61	31.1	2	967	48
1.90	2	3.0	21.7	2151	95	20	1817	46	32.9	2	644	32
2.00	3	4.4	23.1	3110	116	29	2628	62	34.7	2	967	48
2.10	2	3.0	21.7	2151	104	20	1817	47	36.5	3	587	29
2.20	2	3.0	21.7	2151	109	20	1817	48	38.3	3	587	29
2.30	1	1.5	19.8	1095	92	10	925	31	40.0	3	294	15
2.40	2	3.0	21.7	2151	117	20	1817	49	41.7	3	587	29
2.50	2	3.0	21.7	2151	122	20	1817	49	43.5	3	587	29
2.60	4	5.7	24.2	4012	166	38	3390	80	45.3	3	1175	59
2.70	3	4.4	23.1	3110	152	29	2628	66	47.1	3	881	44
2.80	2	3.0	21.7	2151	136	20	1817	51	48.9	3	587	29
2.90	3	4.4	23.1	3110	163	29	2628	67	50.7	3	881	44
3.00	5	6.9	25.1	4875	211	46	4119	96	52.5	3	1469	73
3.10	6	8.0	26.0	5707	239	54	4823	110	54.3	4	1620	81
3.20	6	8.0	26.0	5707	247	54	4823	111	56.2	4	1620	81
3.30	7	9.2	26.7	6516	277	61	5506	125	58.1	4	1890	95
3.40	6	8.0	26.0	5707	261	54	4823	112	60.0	4	1620	81
3.50	7	9.2	26.7	6516	293	61	5506	126	61.9	4	1890	95
3.60	11	13.5	29.2	9580	403	90	8096	176	63.8	4	2970	149
3.70	12	14.5	29.8	10314	441	97	8716	189	65.7	4	3240	162
3.80	13	15.5	30.3	11037	481	104	9327	201	67.7	4	3510	176
3.90	10	12.4	28.7	8835	407	83	7466	166	69.6	4	2700	135
4.00	9	11.4	28.1	8077	389	76	6826	154	71.5	4	2430	122
4.10	8	10.3	27.4	7305	370	69	6173	143	73.4	5	1999	100
4.20	17	19.5	32.1	13846	663	131	11701	249	75.4	5	4248	212
4.30	14	16.6	30.8	11752	575	111	9931	216	77.3	5	3498	175
4.40	10	12.4	28.7	8835	459	83	7466	169	79.3	5	2499	125
4.50	13	15.5	30.3	11037	567	104	9327	206	81.2	5	3248	162
4.60	29	30.6	36.4	21718	1268	205	18354	379	83.2	5	7246	362
4.70	26	27.9	35.5	19810	1138	187	16741	349	85.3	5	6496	325

H = Profondità del letto dello strato elementare	[m]
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento	
N _{1,60} = Numero corrispondente ai colpi della prova SPT normalizzati	
φ° = N _{1,60} = (15 · N _{1,60}) ^{1/2} + 15 (Road Bridge Specificazion)	
Mo = 710 · N _{1,60} [Modulo Confinato]	[kN/m ²] (Farrent)
Q _{a1} = [(h · γ' · N _q) + (½ b · γ' · N _γ)] / 3;	[kN/m ²] (Q _{a1} Terzaghi nastriforme; N _q , N _γ Meyerhof)
Ed = 600 · N _{1,60} [Modulo Edometrico]	[kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 6.7 · N _{1,60}	[kN/m ²] (Terzaghi)
Q _{a2} = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3;	[kN/m ²] (Q _{a2} Terzaghi; Nc=5.14)
R _{dp} = M ² · H / [A · e · (M + P)]	[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Q _{a3} = (R _{dp} / 15 + 30); Q _a = (R _{pd} / 20)	[kN/m ²] (Q _{a3} Carico Ammissibile, Sanglerat)



TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPM-03
(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO						LOCALITA': SPINZOLA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 26/01/2004					
NOME FILE						PENETROMETRO DPM					
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESE		
[m]	[media]	[media]	ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa ₁ [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa ₂ [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	R _{pd} [kN/m ²]	Qa ₃ [kN/m ²]
0.6	3.7	5.2	23.8	3695	35	35	3123	62	5.4	1308	65
2.5	2.1	3.1	21.7	2186	82	21	1847	45	27.6	662	33
2.9	3.0	4.4	23.0	3096	154	29	2616	66	48.0	881	44
3.5	6.2	8.2	26.1	5838	255	55	4934	113	57.2	1685	84
4.1	10.5	12.9	28.9	9191	415	87	7767	171	68.6	2808	140
4.5	13.5	16.0	30.4	11368	566	107	9606	210	78.3	3373	169
4.7	27.5	29.2	35.9	20764	1203	196	17547	364	84.2	6871	344

H = Profondità del letto dello strato elementare											
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento											
N _{1,60} = Numero dei colpi della prova SPT normalizzati											
$\phi^\circ = N_{1,60} = (15 \cdot N_{1,60})^{1/2} + 15$ (Road Bridge Specificazion)											
Mo = 710 · N _{1,60} [Modulo Confinato]						[kN/m ²] (Farrent)					
Qa ₁ = [(h · γ' · N _q) + (½ · b · γ · N _γ)] / 3						b=1 m [kN/m ²] (Qa Terzaghi; N _q , N _γ Meyerhof)					
Cu = 6.7 · N _{1,60}						[kN/m ²] (Terzaghi)					
Ed = 600 · N _{1,60} [Modulo Edometrico]						[kN/m ²] (Stroud & Butler)					
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3						[kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)					
R _{pd} = M ² · H / [A · e · (M + P)]						[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)					
Qa ₃ = (R _{pd} / 15÷30); Qa=(R _{pd} / 20)						[kN/m ²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)					

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI DPM-03
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO						LOCALITA': SPINZOLA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 26/01/2004					
NOME FILE						PENETROMETRO DPM					
H	N	N _{1,60}	Natura granulare			Natura Coesiva					
[m]	[media]	[media]	H _m [media]	γ [kN/m ³]	σ _v [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [kN/m ³]	Es [kN/m ²]	OCR -	Ks [kN/m ³]	Ed [kN/m ²]
0.6	3.7	5.2	0.3	18.2	5.4	55.2	4148	4460	0.9	7386	3123
2.5	2.1	3.1	1.6	17.7	27.6	37.3	9843	2831	0.1	5346	1847
2.9	3.0	4.4	2.7	18.0	48.0	40.4	18491	3962	0.1	7925	2616
3.5	6.2	8.2	3.2	18.7	57.2	53.4	30547	7097	0.4	13613	4934
4.1	10.5	12.9	3.8	19.3	68.6	64.2	49837	10685	1.2	20577	7767
4.5	13.5	16.0	4.3	19.6	78.3	69.0	67917	45390	>4	25187	9606
4.7	27.5	29.2	4.6	20.4	84.2	91.4	144355	59937	>4	43656	17547

H = Profondità del letto dello strato elementare											
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento											
N _{1,60} = Numero dei colpi della prova SPT normalizzati											
H _m = Profondità al centro dello strato						[m]					
γ = Peso di volume del terreno						[kN/m ³]					
σ _v = Pressione litostatica						[kN/m ²]					
Dr = 21 · [(10 · N _{1,60}) / (σ _v + 7)] ^{0.5}						[Densità relativa] [%] (Gibbs & Holtz)					
Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa)						[Modulo di Reazione - Winkler] [kN/m ³] (Bowles, 1988)					
Es = Es=(105-35·Dr)·N _{1,60} ; OCR>4 Es=(525-350·Dr)·N _{1,60}						[Modulo Elastico secante] [kN/m ²] (Jamolkowski,1988)					
OCR = (Cu / (σ _v · KK)) ^{1.25}						[Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)					
Ed = 600 · N _{1,60} (bassa plasticità)						[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)					



TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPM-03
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO				LOCALITA' : SPINZOLA							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 26/01/2004							
NOME FILE				PENETROMETRO DPM							
H	N	N _{1,60}	Dati	Natura granulare (φ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	φ _m [°]	dev stand	φ _k [°]	φ _d [°]	C _{um} [kN/m ²]	dev stand	C _{uk} [kN/m ²]	C _{ud} [kN/m ²]
0.6	3.7	5	6	23.8	1.2	23	19	35	8.9	27	19
2.5	2.1	3	19	21.7	1.0	21	17	21	5.9	18	13
2.9	3.0	4	4	23.0	1.0	22	18	29	7.2	26	18
3.5	6.2	8	6	26.1	0.6	26	21	55	5.8	50	36
4.1	10.5	13	6	28.9	1.1	28	23	87	13.2	75	53
4.5	13.5	16	4	30.4	1.4	29	24	107	19.5	95	68
4.7	27.5	29	2	35.9	0.7	34	28	196	12.7	164	117

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato

ϕ_m = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato

ϕ_k = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)

ϕ_d = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M2) [$\gamma_\phi = 1.25$]

C_{um} = Dato medio della coesione non drenata

C_{uk} = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)

C_{ud} = Valore di progetto della coesione non drenata (M2) [$\gamma_{cu} = 1.4$]

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPM-03
(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO					LOCALITA' : SPINZOLA						
COMUNE: PAVULLO					DATA: 26/01/2004						
NOME FILE					PENETROMETRO DPM						
H	N	N _{1,60}	Dati	Natura granulare (φ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	φ _m [°]	dev stand	φ _k [°]	φ _d [°]	C _{um} [kN/m ²]	dev stand	C _{uk} [kN/m ²]	C _{ud} [kN/m ²]
0.6	3.7	5	6	23.8	1.2	22	22	35	8.9	22	22
2.5	2.1	3	19	21.7	1.0	20	20	21	5.9	13	13
2.9	3.0	4	4	23.0	1.0	22	22	29	7.2	25	25
3.5	6.2	8	6	26.1	0.6	25	25	55	5.8	46	46
4.1	10.5	13	6	28.9	1.1	27	27	87	13.2	67	67
4.5	13.5	16	4	30.4	1.4	28	28	107	19.5	91	91
4.7	27.5	29	2	35.9	0.7	34	34	196	12.7	165	165

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato

ϕ_m = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato

ϕ_k = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)

ϕ_d = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M1) [$\gamma_\phi = 1.0$]

C_{um} = Dato medio della coesione non drenata

C_{uk} = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)

C_{ud} = Valore di progetto della coesione non drenata (M1) [$\gamma_{cu} = 1.0$]



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPM-03

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO	LOCALITA' : SPINZOLA
COMUNE: PAVULLO	DATA: 26/01/2004
NOME FILE:	PENETROMETRO DPM

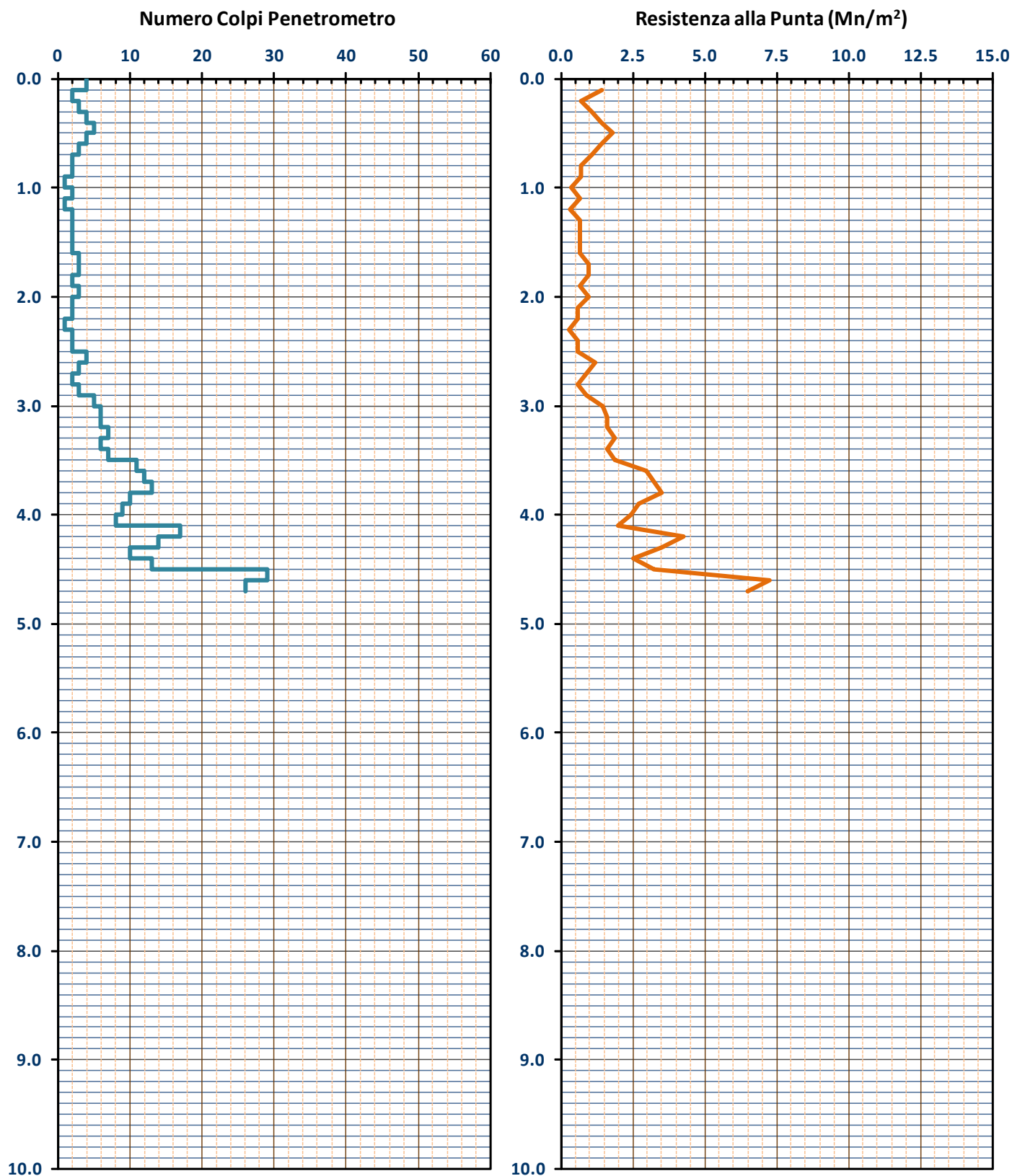
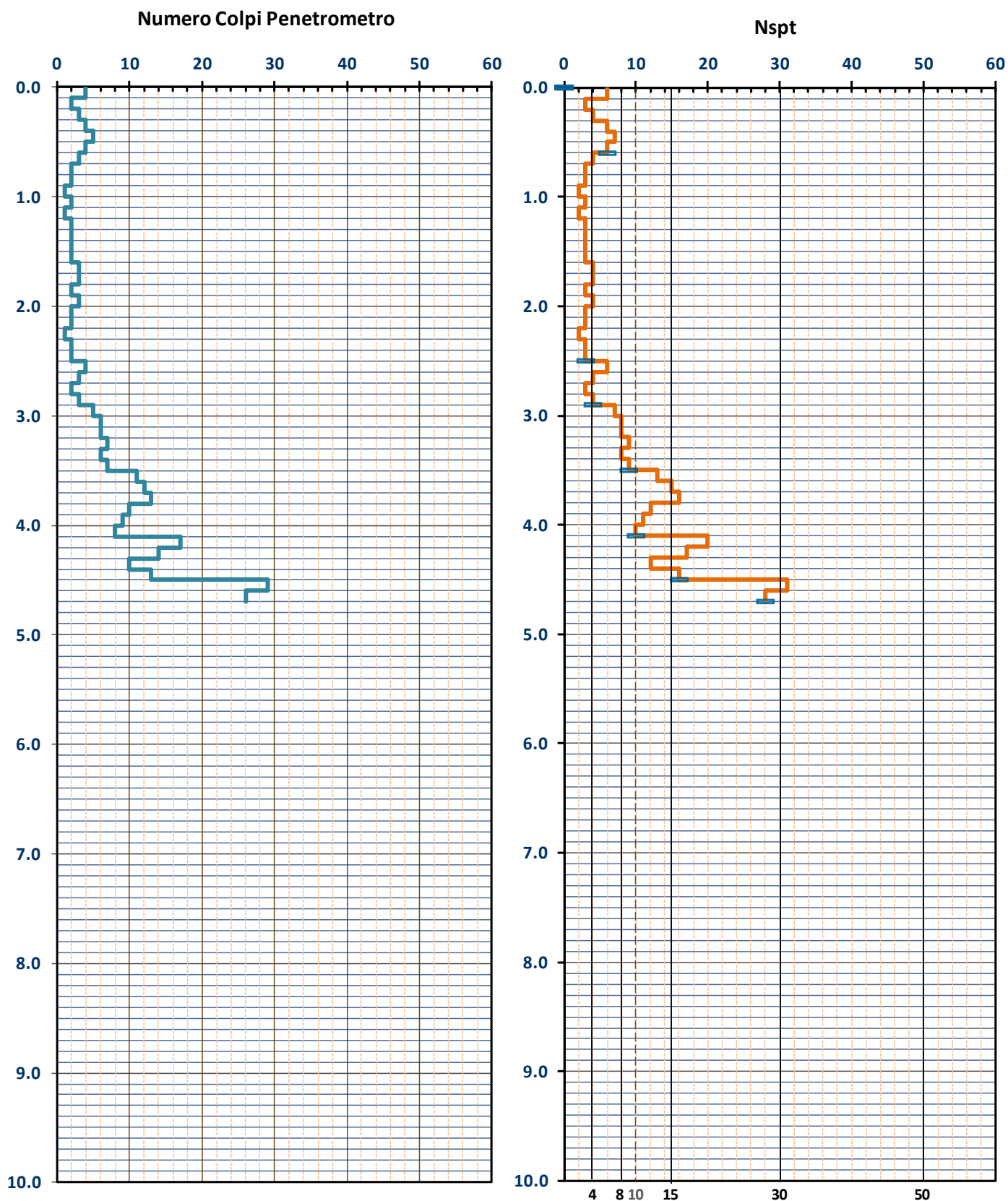




GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPM-03

COMMITTENTE: CASEIFICIO BENEDELLO	LOCALITA' : SPINZOLA
COMUNE: PAVULLO	DATA: 26/01/2004
NOME FILE:	PENETROMETRO DPM



ALLEGATO B

Registrazioni Sismiche - Parametri Sismici





22_058 (17_056_TR_01)

TR_01

Strumento: TRS-0016/01-06

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 08/06/17 18:25:01 Fine registrazione: 08/06/17 18:41:02

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Posizione GPS: 010°51.6904 E, 44°22.1433 N (695.4 m)

(tempo UTC sincronizzato al primo campione di registrazione): non disponibile in questo modo di acquisizione + 0 + 0 campioni

Num. satelliti: 05

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 81% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

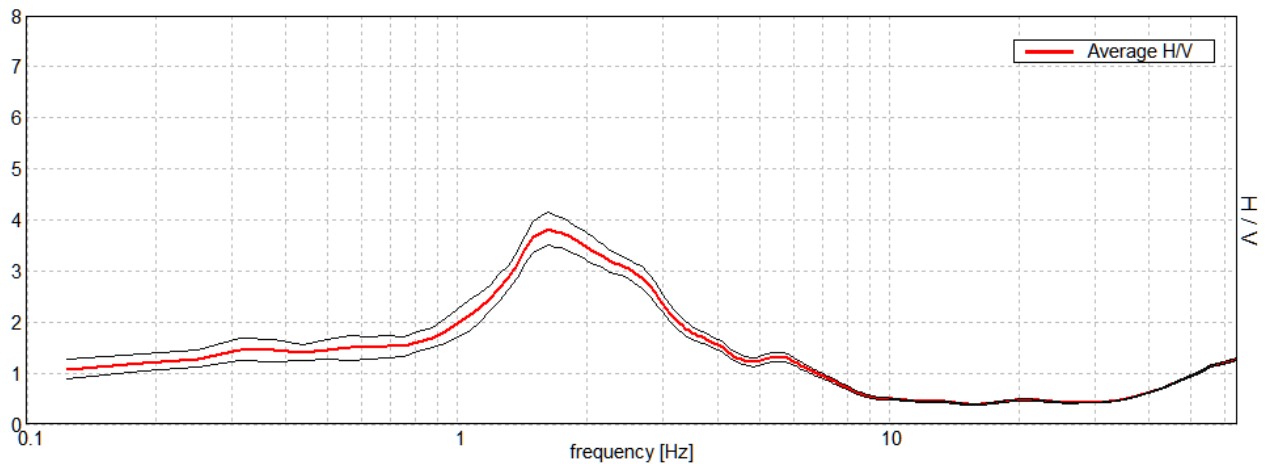
Lunghezza finestre: 15 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

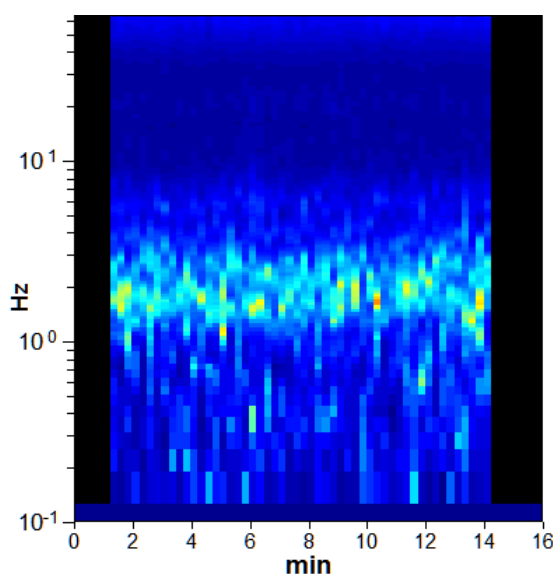
Lisciamento: 15%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

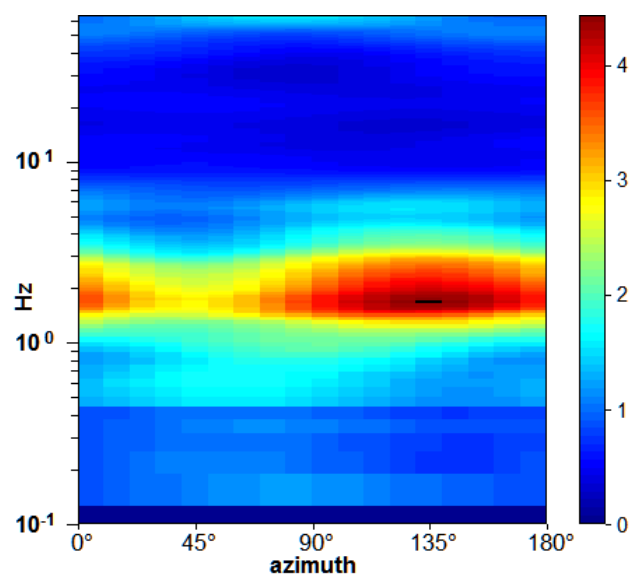
Max. H/V at 1.63 ± 0.06 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SERIE TEMPORALE H/V

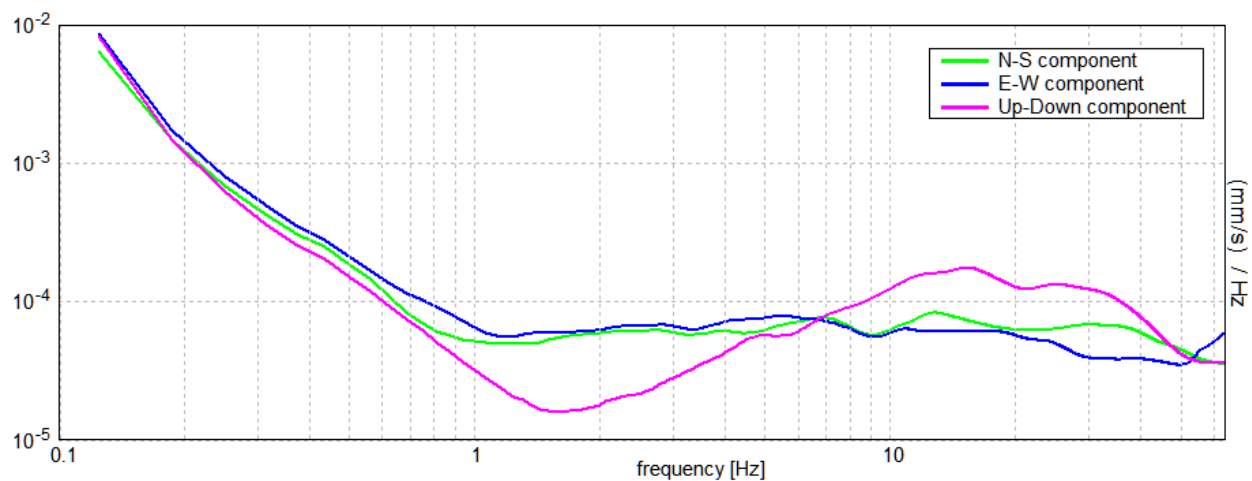


DIREZIONALITA' H/V



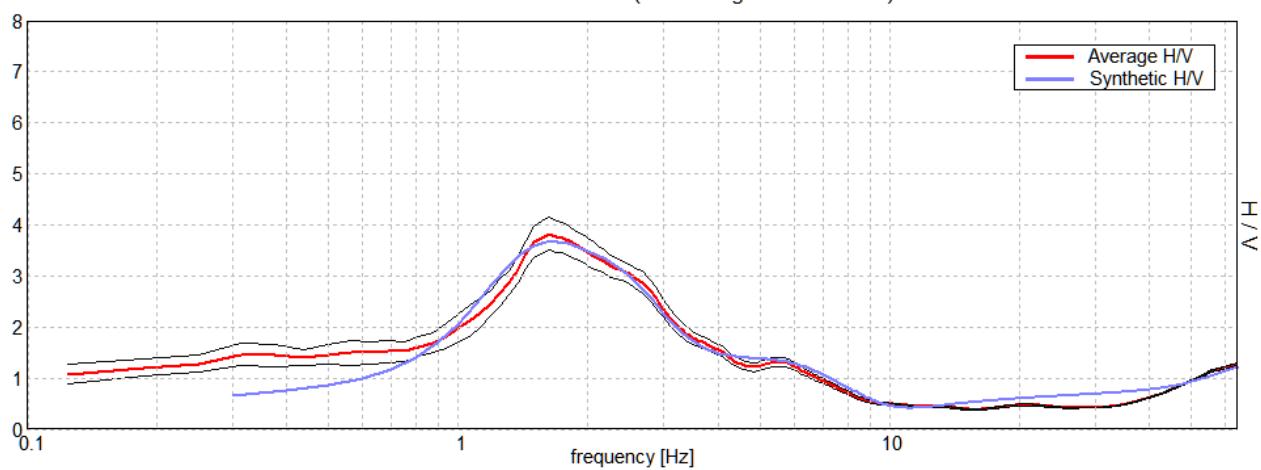


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

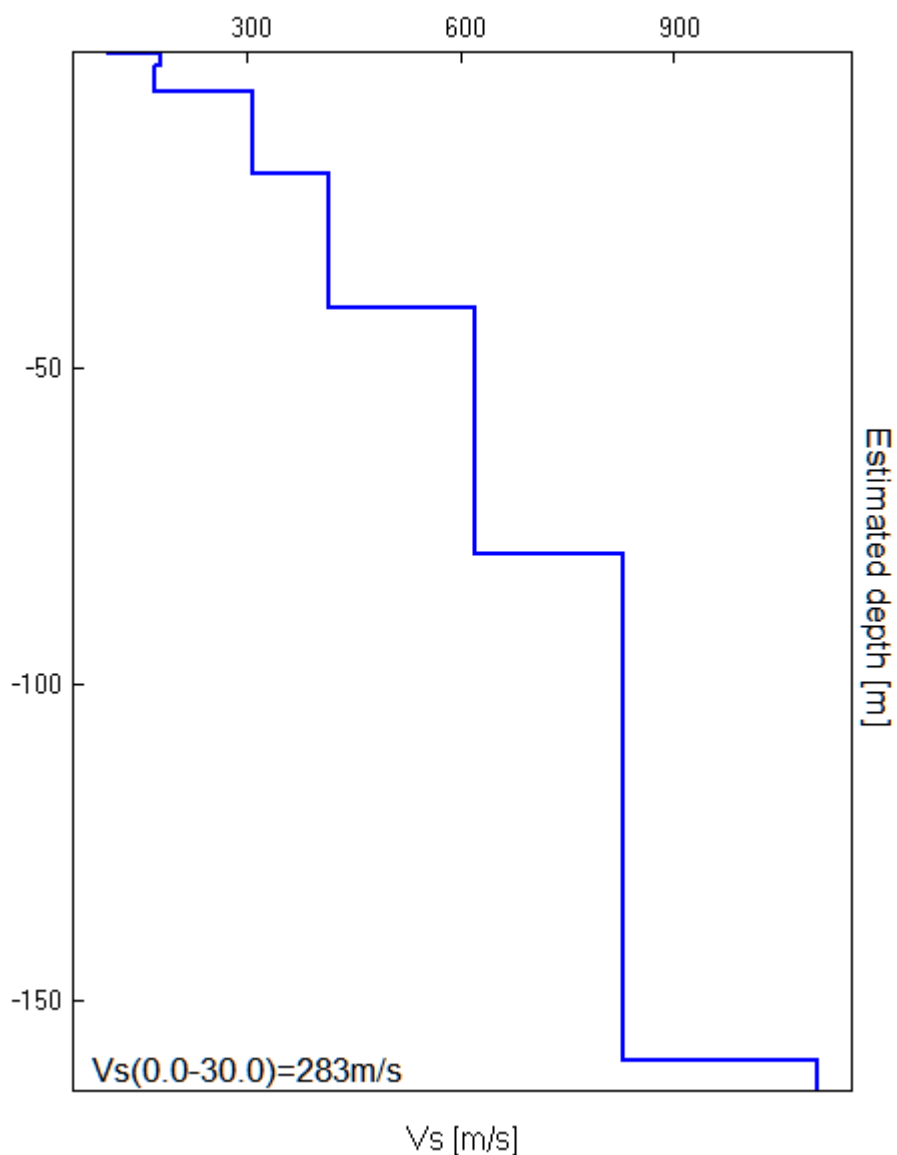
Max. H/V at 1.63 ± 0.06 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).





base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.30	0.30	105	0.40
2.30	2.00	180	0.40
6.50	4.20	170	0.40
19.50	13.00	310	0.35
40.50	21.00	415	0.35
79.50	39.00	620	0.35
159.50	80.00	830	0.35
inf.	inf.	1100	0.35

Vs(0.0-30.0)=283m/s





[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 1.63 ± 0.06 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.63 > 0.67$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1267.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 40	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.938 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.375 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.82 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03991 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.06486 < 0.1625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3222 < 1.78$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



22_058 (22_058_TR01)

TR_02

Instrument: TRS-0016/01-06

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: 51

Start recording: 13/07/22 19:37:13 End recording: 13/07/22 19:57:14

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS location: 010°51.7324 E, 44°22.1559 N (709.4 m)

(UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 + 0 samples

Satellite no.: 05

Trace length: 0h20'00". Analyzed 69% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

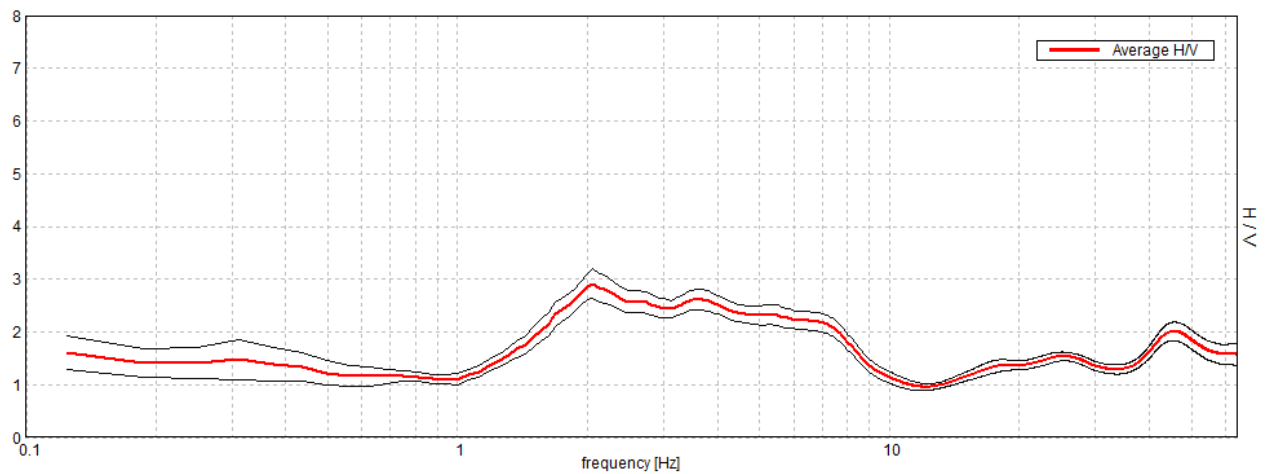
Window size: 15 s

Smoothing type: Triangular window

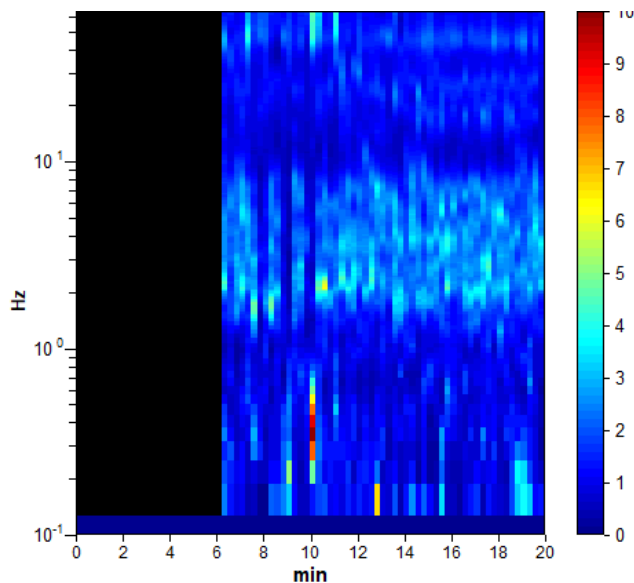
Smoothing: 18%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

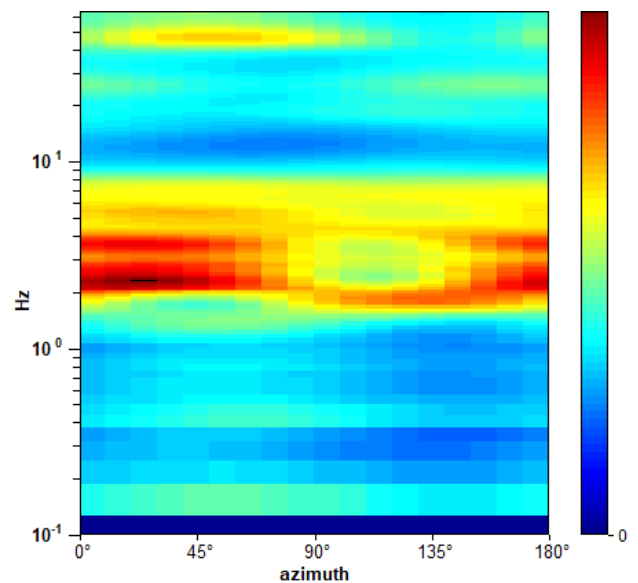
Max. H/V at 2.06 ± 0.05 Hz. (In the range 1.0 - 35.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

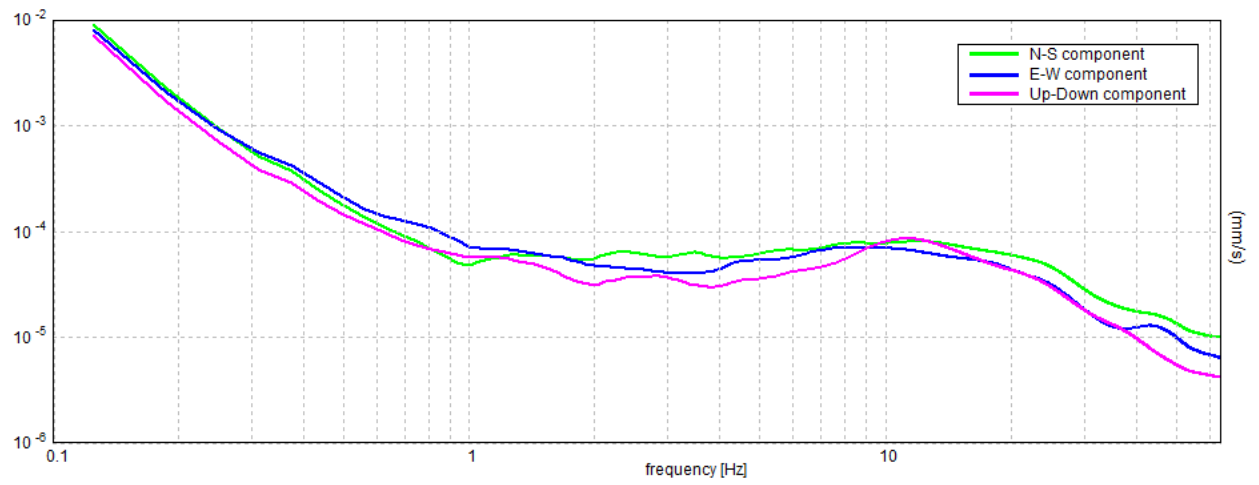


DIRECTIONAL H/V



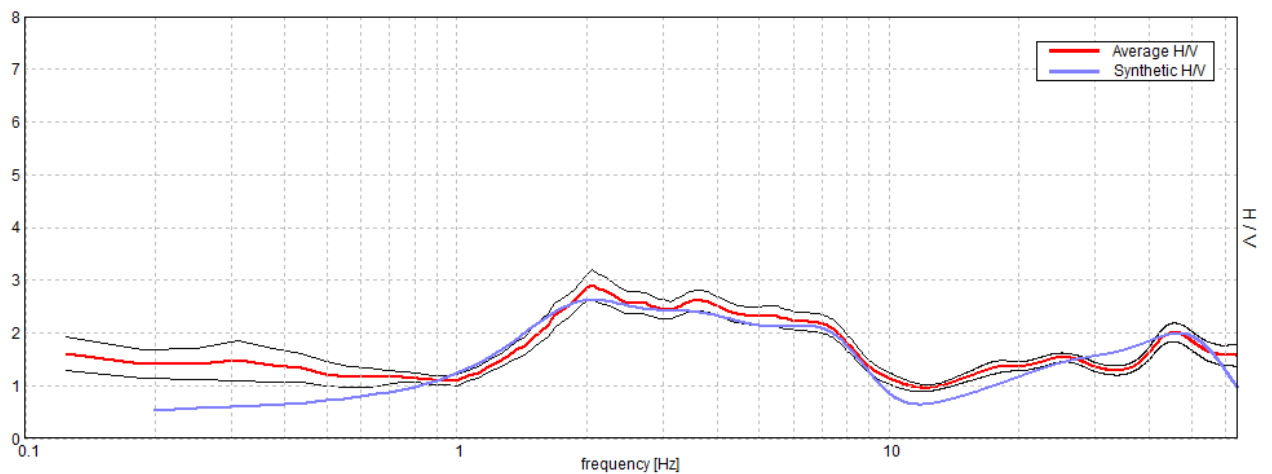


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

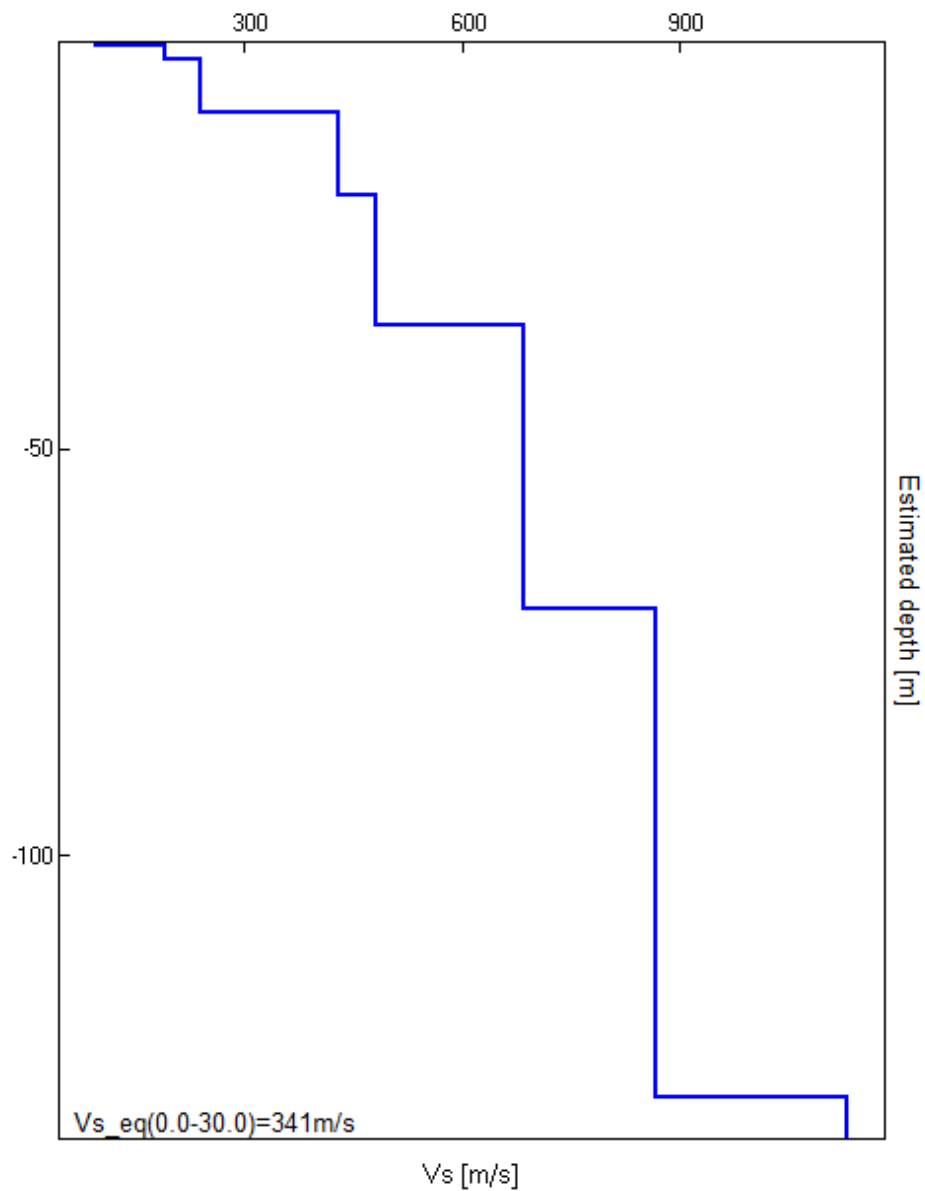
Max. H/V at 2.06 ± 0.05 Hz. (In the range 1.0 - 35.0 Hz).





bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.50	0.50	95	0.45
2.20	1.70	190	0.40
8.70	6.50	240	0.40
18.70	10.00	430	0.40
34.70	16.00	480	0.35
69.70	35.00	685	0.35
129.70	60.00	865	0.35
inf.	inf.	1130	0.35

Vs_eq(0.0-30.0)=341m/s





[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 2.06 ± 0.05 Hz (in the range 1.0 - 35.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.06 > 0.67$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1701.6 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 50 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

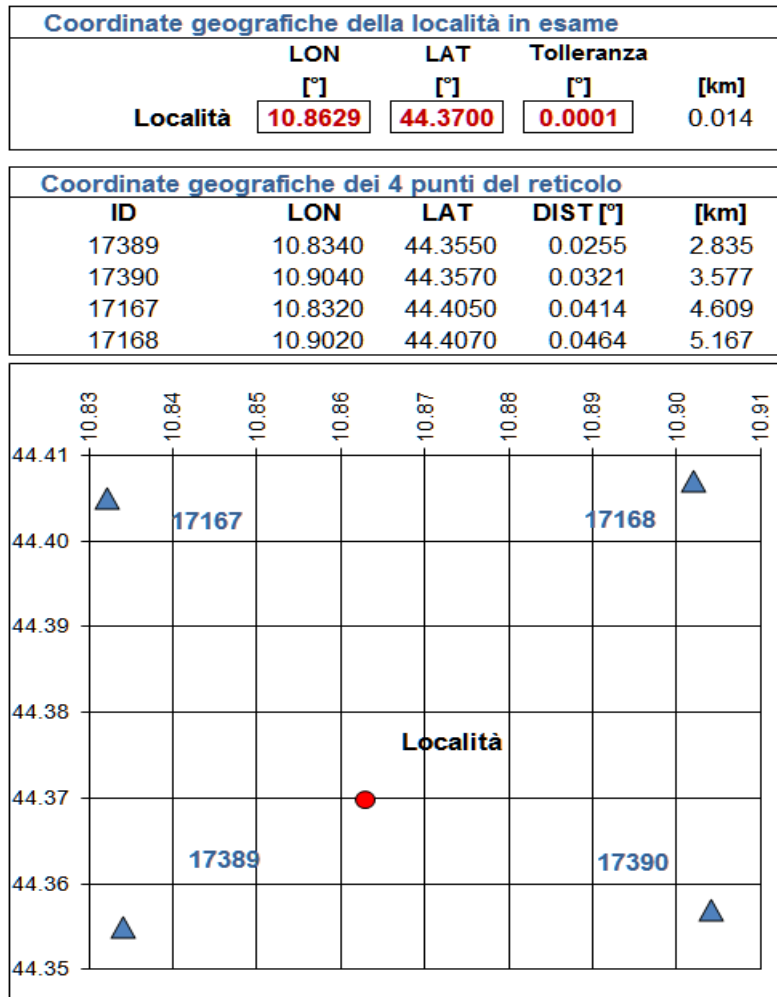
[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.188 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.92 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.022 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.04538 < 0.10313$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.276 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	$0.2 - 0.5$	$0.5 - 1.0$	$1.0 - 2.0$	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



CARATTERISTICHE TERRENO

Topografia		T1
Coeff. topografico	S _T	1.0
Categoria suolo		C

VITA DELLA STRUTTURA

Vita nominale	V _N	50	[anni]
Classe d'uso	C _U	II	
Vita di riferimento	V _R	50	[anni]

PARAMETRI SISMICI

	SL	P _{VR}	T _R	a _g /g	F _o	T _c *
SLE	Operatività	81%	30	0.055	2.50	0.25
SLE	Danno	63%	50	0.069	2.50	0.26
SLU	Salv. Vita	10%	475	0.159	2.50	0.29
SLU	Collasso	5%	975	0.199	2.51	0.30

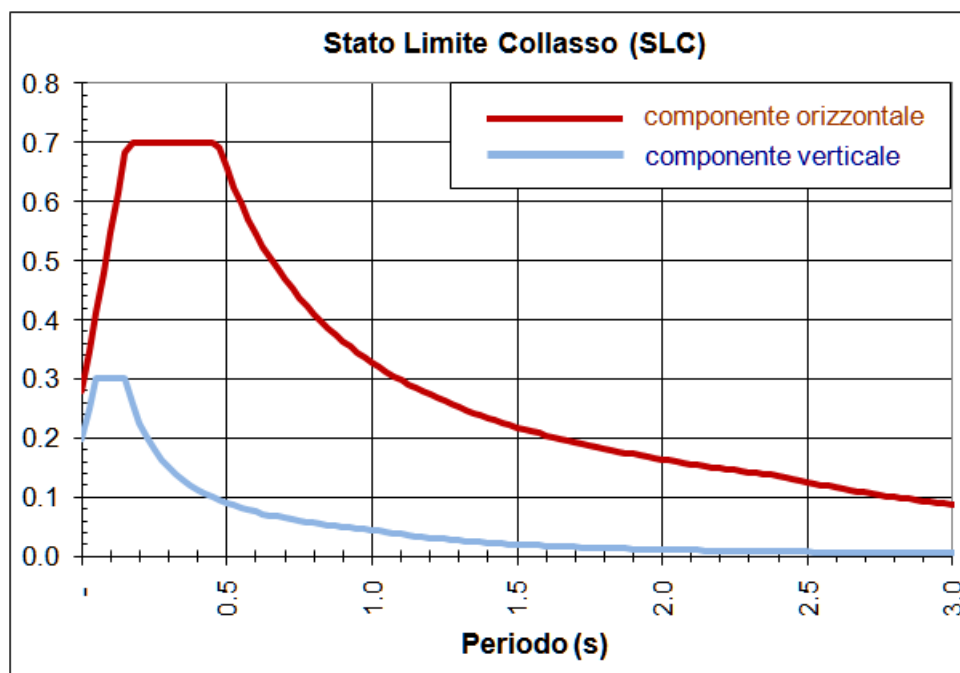
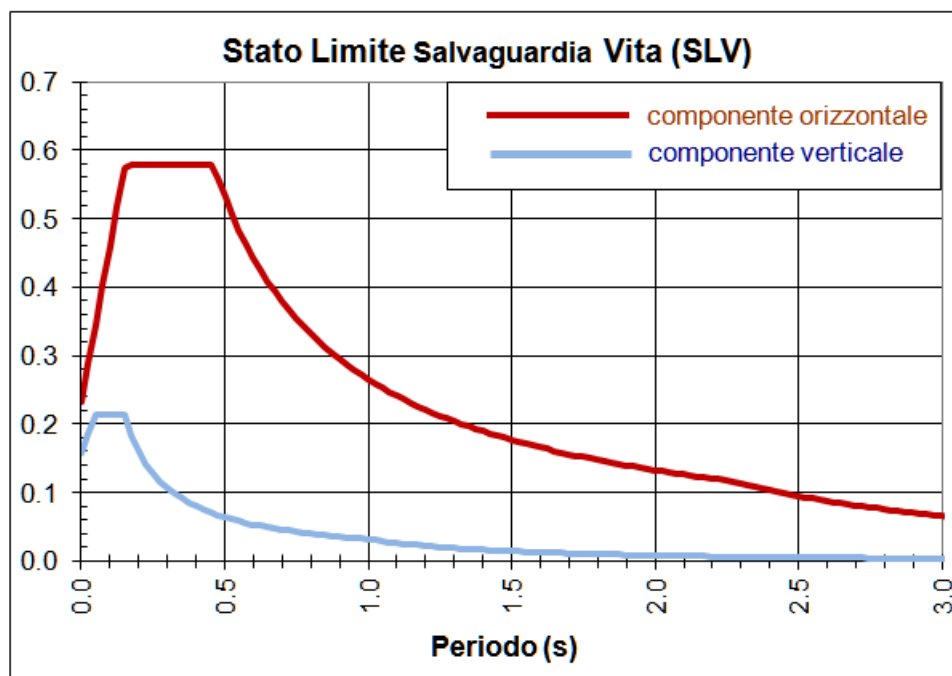
S	T _b	T _c	T _D	F _v
1.500	0.138	0.415	1.821	0.794
1.500	0.144	0.431	1.874	0.883
1.462	0.153	0.458	2.234	1.344
1.400	0.156	0.469	2.397	1.511



SPETTRI ELASTICI SLU

Tr = 475 anni (SLV)

Tr = 975 anni (SLC)



ALLEGATO C

Tabulati Calcoli di Stabilità

1_DM2018_STATO ATTUALE_CONDIZIONE STATICA

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ' [°]	c' [kPa]
1	A1	18.00	19.00	18.00	5.0
2	A1+A2	19.00	20.00	19.00	10.0
3	C	21.00	21.00	28.00	35.0

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	10.71
2	28.62	16.48
3	36.37	19.39
4	47.26	19.42
5	50.38	19.89
6	84.00	20.02

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 3 (C)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	5.45
2	0.00	0.00
3	84.00	0.00
4	84.00	15.86
5	50.46	14.02
6	36.44	13.47
7	28.50	11.13

Strato N° 2 costituito da terreno n° 1 (A1)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	84.00	18.22
2	84.00	20.02
3	50.38	19.89
4	47.26	19.42

n°	X	Y
	[m]	[m]
5	36.37	19.39
6	28.62	16.48
7	0.00	10.71
8	0.00	9.03
9	28.34	14.33
10	36.44	16.74
11	57.55	17.68

Strato N° 3 costituito da terreno n° 2 (A1+A2)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	84.00	15.86
2	84.00	18.22
3	57.55	17.68
4	36.44	16.74
5	28.34	14.33
6	0.00	9.03
7	0.00	5.45
8	28.50	11.13
9	36.44	13.47
10	50.46	14.02

Descrizione falda

Livello di falda

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0.00	7.00
2	28.67	12.50
3	36.44	15.00
4	57.31	16.00
5	84.00	17.30

Dati normativa

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 17/01/2018

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gs fav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qs fav}$	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan \phi}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_t	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura*Superfici di rottura circolari*

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 10.00$	$Y_0 = 25.00$
Passo maglia	[m]	$dX = 1.00$	$dY = 1.00$
Numero passi		$N_x = 30$	$N_y = 20$
Raggio	[m]	$R = 30.00$	

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- JANBU

Le superfici sono state analizzate in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri di progetto [A2-M2]

- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	362
Coefficiente di sicurezza minimo	1.635
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	362	1.635	1	4.735	362

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
N°	numero d'ordine della superficie cerchio
C _x	ascissa x del centro [m]
C _y	ordinata y del centro [m]
R	raggio del cerchio espresso in m
x _v	ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x _m	ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V	volume interessato dalla superficie espresso [mc]
F _s	coefficiente di sicurezza
caso	caso di calcolo

Metodo di JANBU (J)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	22.00	44.00	30.00	17.79	39.17	30.46	1.635 (J)	[A2M2]	--
2	C	23.00	44.00	30.00	18.22	40.17	35.52	1.684 (J)	[A2M2]	--
3	C	19.00	40.00	30.00	7.61	40.81	122.80	1.700 (J)	[A2M2]	--

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Le strisce sono numerate da valle verso monte	
N°	numero d'ordine della striscia
X _s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y _{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y _{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X _g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y _g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
L	sviluppo della base della striscia espressa in m (L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espresso in kN
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
E _{sr} , E _d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
X _{sr} , X _d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2

Numero di strisce	22	
Coordinate del centro	X[m]= 22.00	Y[m]= 44.00
Raggio del cerchio	R[m]= 30.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 17.79	Y _v [m]= 14.30
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 39.17	Y _m [m]= 19.40
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.635	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{sl}	X _d	Y _{ds}	Y _{dl}	X _a	Y _a	L	α	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[kPa]
1	17.79	14.30	14.30	18.84	14.51	14.17	18.49	14.32	1.06	-7.05	14.57	4
2	18.84	14.51	14.17	19.90	14.72	14.07	19.43	14.37	1.06	-5.03	14.57	4
3	19.90	14.72	14.07	20.95	14.94	14.02	20.46	14.44	1.06	-3.01	14.57	4
4	20.95	14.94	14.02	22.01	15.15	14.00	21.50	14.53	1.06	-0.99	14.57	4
5	22.01	15.15	14.00	23.06	15.36	14.02	22.55	14.63	1.06	1.03	14.57	4
6	23.06	15.36	14.02	24.12	15.57	14.07	23.60	14.76	1.06	3.04	14.57	4
7	24.12	15.57	14.07	25.17	15.79	14.17	24.65	14.90	1.06	5.06	14.57	4
8	25.17	15.79	14.17	26.23	16.00	14.30	25.71	15.06	1.06	7.09	14.57	4
9	26.23	16.00	14.30	27.28	16.21	14.47	26.76	15.24	1.07	9.13	14.57	4
10	27.28	16.21	14.47	28.34	16.42	14.68	27.81	15.45	1.08	11.17	14.57	4
11	28.34	16.42	14.68	28.62	16.48	14.74	28.48	15.58	0.29	12.47	14.57	4
12	28.62	16.48	14.74	29.59	16.84	14.98	29.11	15.76	1.00	13.70	14.57	4
13	29.59	16.84	14.98	30.56	17.21	15.25	30.08	16.07	1.01	15.61	14.57	4
14	30.56	17.21	15.25	31.53	17.57	15.55	31.04	16.40	1.02	17.54	14.57	4
15	31.53	17.57	15.55	32.49	17.93	15.90	32.01	16.74	1.03	19.50	14.57	4
16	32.49	17.93	15.90	33.46	18.30	16.28	32.98	17.10	1.04	21.47	14.57	4
17	33.46	18.30	16.28	34.43	18.66	16.70	33.95	17.48	1.06	23.47	14.57	4
18	34.43	18.66	16.70	35.40	19.03	17.16	34.91	17.88	1.07	25.51	14.57	4
19	35.40	19.03	17.16	36.37	19.39	17.67	35.88	18.31	1.09	27.58	14.57	4
20	36.37	19.39	17.67	37.30	19.39	18.20	36.81	18.65	1.07	29.64	14.57	4
21	37.30	19.39	18.20	38.24	19.40	18.77	37.72	18.92	1.10	31.72	14.57	4
22	38.24	19.40	18.77	39.17	19.40	19.40	38.55	19.19	1.12	33.84	14.57	4

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	3.26	0.00	3.68	3.19	0.00	0.00	3.61	0.00	0.00	
2	9.42	0.00	9.82	4.15	0.00	3.61	8.61	0.00	0.00	
3	14.87	0.00	15.15	4.99	0.00	8.61	14.40	0.00	0.00	
4	19.61	0.00	19.71	5.72	0.00	14.40	20.45	0.00	0.00	
5	23.64	0.00	23.53	6.32	0.00	20.45	26.36	0.00	0.00	
6	26.97	0.00	26.64	6.82	0.00	26.36	31.75	0.00	0.00	
7	29.58	0.00	29.06	7.21	0.00	31.75	36.38	0.00	0.00	
8	31.49	0.00	30.80	7.50	0.00	36.38	40.02	0.00	0.00	
9	32.67	0.00	31.86	7.68	0.00	40.02	42.55	0.00	0.00	
10	33.12	0.00	32.23	7.76	0.00	42.55	43.91	0.00	0.00	
11	8.79	0.00	8.54	2.06	0.00	43.91	44.08	0.00	0.00	
12	31.46	0.00	30.60	7.31	0.00	44.08	43.93	0.00	0.00	
13	33.39	0.00	32.53	7.63	0.00	43.93	42.53	0.00	0.00	
14	34.70	0.00	33.90	7.88	0.00	42.53	39.82	0.00	0.00	
15	35.38	0.00	34.69	8.03	0.00	39.82	35.82	0.00	0.00	
16	35.41	0.00	34.87	8.09	0.00	35.82	30.58	0.00	0.00	
17	34.76	0.00	34.40	8.06	0.00	30.58	24.27	0.00	0.00	
18	33.41	0.00	33.24	7.91	0.00	24.27	17.10	0.00	0.00	
19	31.31	0.00	31.32	7.66	0.00	17.10	9.38	0.00	0.00	
20	24.51	0.00	24.49	6.52	0.00	9.38	2.93	0.00	0.00	
21	15.27	0.00	14.83	5.04	0.00	2.93	-0.57	0.00	0.00	
22	5.22	0.00	4.02	3.39	0.00	-0.57	0.00	0.00	0.00	

Superficie n° 2

Analisi della superficie 2 - coefficienti parziali caso A2M2

Numero di strisce	24	
Coordinate del centro	X[m]= 23.00	Y[m]= 44.00
Raggio del cerchio	R[m]= 30.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 18.22	Y _v [m]= 14.38
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 40.17	Y _m [m]= 19.40
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.684	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{sl}	X _d	Y _{ds}	Y _{dl}	X _a	Y _a	L	α	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[kPa]
1	18.22	14.38	14.38	19.23	14.59	14.24	18.89	14.40	1.02	-8.20	14.57	4
2	19.23	14.59	14.24	20.24	14.79	14.13	19.79	14.44	1.02	-6.25	14.57	4
3	20.24	14.79	14.13	21.25	15.00	14.05	20.78	14.49	1.02	-4.31	14.57	4
4	21.25	15.00	14.05	22.27	15.20	14.01	21.78	14.57	1.01	-2.37	14.57	4
5	22.27	15.20	14.01	23.28	15.40	14.00	22.79	14.65	1.01	-0.43	14.57	4
6	23.28	15.40	14.00	24.29	15.61	14.03	23.80	14.76	1.01	1.50	14.57	4
7	24.29	15.61	14.03	25.30	15.81	14.09	24.80	14.88	1.01	3.43	14.57	4
8	25.30	15.81	14.09	26.32	16.02	14.18	25.81	15.03	1.02	5.37	14.57	4
9	26.32	16.02	14.18	27.33	16.22	14.31	26.82	15.18	1.02	7.32	14.57	4
10	27.33	16.22	14.31	28.34	16.42	14.48	27.84	15.36	1.03	9.27	14.57	4
11	28.34	16.42	14.48	28.62	16.48	14.53	28.48	15.48	0.28	10.53	14.57	4
12	28.62	16.48	14.53	29.59	16.84	14.73	29.11	15.65	0.99	11.74	14.57	4
13	29.59	16.84	14.73	30.56	17.21	14.97	30.08	15.94	1.00	13.64	14.92	6
14	30.56	17.21	14.97	31.53	17.57	15.24	31.05	16.25	1.01	15.55	15.40	8
15	31.53	17.57	15.24	32.49	17.93	15.54	32.01	16.57	1.02	17.48	15.40	8
16	32.49	17.93	15.54	33.46	18.30	15.88	32.98	16.92	1.03	19.43	14.94	6
17	33.46	18.30	15.88	34.43	18.66	16.26	33.95	17.28	1.04	21.41	14.57	4
18	34.43	18.66	16.26	35.40	19.03	16.68	34.91	17.66	1.06	23.41	14.57	4
19	35.40	19.03	16.68	36.37	19.39	17.14	35.88	18.06	1.07	25.44	14.57	4
20	36.37	19.39	17.14	36.44	19.39	17.18	36.40	18.28	0.08	26.54	14.57	4
21	36.44	19.39	17.18	37.37	19.39	17.67	36.89	18.40	1.05	27.62	14.57	4
22	37.37	19.39	17.67	38.31	19.40	18.20	37.81	18.66	1.07	29.65	14.57	4
23	38.31	19.40	18.20	39.24	19.40	18.77	38.72	18.93	1.10	31.72	14.57	4
24	39.24	19.40	18.77	40.17	19.40	19.40	39.55	19.19	1.12	33.84	14.57	4

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	3.19	0.00	3.65	2.99	0.00	0.00	3.48	0.00	0.00	
2	9.24	0.00	9.73	3.92	0.00	3.48	8.44	0.00	0.00	
3	14.66	0.00	15.06	4.74	0.00	8.44	14.29	0.00	0.00	
4	19.45	0.00	19.70	5.45	0.00	14.29	20.55	0.00	0.00	
5	23.62	0.00	23.67	6.06	0.00	20.55	26.79	0.00	0.00	
6	27.17	0.00	27.00	6.57	0.00	26.79	32.65	0.00	0.00	
7	30.09	0.00	29.72	7.00	0.00	32.65	37.86	0.00	0.00	
8	32.38	0.00	31.84	7.33	0.00	37.86	42.17	0.00	0.00	
9	34.05	0.00	33.36	7.57	0.00	42.17	45.44	0.00	0.00	
10	35.08	0.00	34.28	7.73	0.00	45.44	47.54	0.00	0.00	
11	9.81	0.00	9.58	2.16	0.00	47.54	47.91	0.00	0.00	
12	35.40	0.00	34.56	7.69	0.00	47.91	48.40	0.00	0.00	
13	37.94	0.00	36.81	9.18	0.00	48.40	48.65	0.00	0.00	
14	39.91	0.00	38.35	11.05	0.00	48.65	49.01	0.00	0.00	
15	41.24	0.00	39.68	11.32	0.00	49.01	47.89	0.00	0.00	
16	41.92	0.00	40.92	10.02	0.00	47.89	43.73	0.00	0.00	
17	41.97	0.00	41.59	8.89	0.00	43.73	36.83	0.00	0.00	
18	41.34	0.00	41.21	8.87	0.00	36.83	28.59	0.00	0.00	
19	40.01	0.00	40.15	8.75	0.00	28.59	19.25	0.00	0.00	
20	2.81	0.00	2.83	0.62	0.00	19.25	18.54	0.00	0.00	
21	33.05	0.00	33.31	7.64	0.00	18.54	9.87	0.00	0.00	
22	24.54	0.00	24.62	6.35	0.00	9.87	3.21	0.00	0.00	
23	15.28	0.00	14.93	4.91	0.00	3.21	-0.46	0.00	0.00	
24	5.23	0.00	4.09	3.30	0.00	-0.46	0.00	0.00	0.00	

Superficie n° 3

Analisi della superficie 3 - coefficienti parziali caso A2M2

Numero di strisce	24	
Coordinate del centro	X[m]= 19.00	Y[m]= 40.00
Raggio del cerchio	R[m]= 30.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 7.61	Y _v [m]= 12.25
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 40.81	Y _m [m]= 19.40
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.700	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{sl} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{dl} [m]	X _a [m]	Y _a [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	7.61	12.25	12.25	9.22	12.57	11.64	8.68	12.15	1.72	-20.67	14.57	4
2	9.22	12.57	11.64	10.82	12.89	11.14	10.10	12.06	1.68	-17.42	14.57	4
3	10.82	12.89	11.14	12.43	13.22	10.73	11.67	11.99	1.66	-14.23	15.31	8
4	12.43	13.22	10.73	14.04	13.54	10.41	13.27	11.98	1.64	-11.08	15.40	8
5	14.04	13.54	10.41	15.65	13.87	10.19	14.86	12.00	1.62	-7.97	15.40	8
6	15.65	13.87	10.19	17.25	14.19	10.05	16.46	12.07	1.61	-4.88	15.40	8
7	17.25	14.19	10.05	18.86	14.51	10.00	18.07	12.19	1.61	-1.81	15.40	8
8	18.86	14.51	10.00	20.47	14.84	10.04	19.67	12.35	1.61	1.27	15.40	8
9	20.47	14.84	10.04	22.07	15.16	10.16	21.27	12.55	1.61	4.34	15.40	8
10	22.07	15.16	10.16	23.68	15.48	10.37	22.88	12.79	1.62	7.43	15.40	8
11	23.68	15.48	10.37	25.29	15.81	10.67	24.48	13.08	1.63	10.53	15.40	8
12	25.29	15.81	10.67	26.89	16.13	11.06	26.09	13.42	1.65	13.67	15.40	8
13	26.89	16.13	11.06	28.50	16.46	11.54	27.69	13.80	1.68	16.86	15.40	8
14	28.50	16.46	11.54	28.62	16.48	11.58	28.56	14.02	0.13	18.58	15.40	8
15	28.62	16.48	11.58	28.67	16.50	11.60	28.65	14.04	0.05	18.75	15.40	8
16	28.67	16.50	11.60	30.21	17.08	12.17	29.44	14.34	1.64	20.37	15.40	8
17	30.21	17.08	12.17	31.75	17.66	12.84	30.98	14.94	1.68	23.55	15.40	8
18	31.75	17.66	12.84	33.29	18.23	13.62	32.51	15.59	1.73	26.80	15.40	8
19	33.29	18.23	13.62	34.83	18.81	14.52	34.05	16.29	1.78	30.15	15.40	8
20	34.83	18.81	14.52	36.37	19.39	15.54	35.59	17.06	1.85	33.61	15.40	8
21	36.37	19.39	15.54	36.44	19.39	15.59	36.40	17.48	0.09	35.46	15.40	8
22	36.44	19.39	15.59	37.90	19.39	16.70	37.13	17.75	1.83	37.29	15.40	8
23	37.90	19.39	16.70	39.35	19.40	17.96	38.55	18.33	1.93	40.88	14.64	4
24	39.35	19.40	17.96	40.81	19.40	19.40	39.84	18.92	2.05	44.68	14.57	4

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E _s [kN]	E _d [kN]	X _s [kN]	X _d [kN]	ID
1	13.45	0.00	16.87	6.62	0.00	0.00	12.15	0.00	0.00	
2	38.88	0.00	44.11	10.71	0.00	12.15	35.57	0.00	0.00	
3	61.88	0.00	68.50	18.38	0.00	35.57	70.23	0.00	0.00	
4	82.74	0.00	88.64	22.07	0.00	70.23	108.93	0.00	0.00	
5	100.83	0.00	105.27	24.69	0.00	108.93	147.98	0.00	0.00	
6	116.33	0.00	118.48	26.79	0.57	147.98	184.80	0.00	0.00	
7	129.63	0.00	123.66	27.60	6.91	184.80	216.50	0.00	0.00	
8	140.22	0.00	127.75	28.26	11.88	216.50	241.68	0.00	0.00	
9	148.04	0.00	130.74	28.77	15.54	241.68	259.29	0.00	0.00	
10	153.05	0.00	132.66	29.12	17.89	259.29	268.71	0.00	0.00	
11	155.23	0.00	133.52	29.33	18.92	268.71	269.68	0.00	0.00	
12	154.49	0.00	133.31	29.38	18.55	269.68	262.33	0.00	0.00	
13	150.73	0.00	131.95	29.28	16.68	262.33	247.25	0.00	0.00	
14	11.04	0.00	9.78	2.18	1.14	247.25	245.84	0.00	0.00	
15	4.59	0.00	4.08	0.91	0.47	245.84	245.24	0.00	0.00	
16	141.44	0.00	126.53	28.23	13.86	245.24	222.83	0.00	0.00	
17	139.80	0.00	127.91	28.63	12.10	222.83	193.15	0.00	0.00	
18	134.98	0.00	128.08	28.87	8.55	193.15	157.32	0.00	0.00	
19	126.73	0.00	126.86	28.94	2.88	157.32	117.18	0.00	0.00	
20	115.14	0.00	119.59	28.08	0.00	117.18	74.36	0.00	0.00	
21	4.90	0.00	5.14	1.24	0.00	74.36	72.39	0.00	0.00	
22	86.08	0.00	90.48	23.28	0.00	72.39	36.09	0.00	0.00	
23	54.19	0.00	59.48	14.08	0.00	36.09	7.79	0.00	0.00	
24	18.84	0.00	18.88	7.71	0.00	7.79	0.00	0.00	0.00	

2_DM2018_STATO ATTUALE_CONDIZIONE DINAMICA

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ' [°]	c' [kPa]
1	A1	18.00	19.00	18.00	5.0
2	A1+A2	19.00	20.00	19.00	10.0
3	C	21.00	21.00	28.00	35.0

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	10.71
2	28.62	16.48
3	36.37	19.39
4	47.26	19.42
5	50.38	19.89
6	84.00	20.02

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 3 (C)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	5.45
2	0.00	0.00
3	84.00	0.00
4	84.00	15.86
5	50.46	14.02
6	36.44	13.47
7	28.50	11.13

Strato N° 2 costituito da terreno n° 1 (A1)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	84.00	18.22
2	84.00	20.02
3	50.38	19.89
4	47.26	19.42

n°	X	Y
	[m]	[m]
5	36.37	19.39
6	28.62	16.48
7	0.00	10.71
8	0.00	9.03
9	28.34	14.33
10	36.44	16.74
11	57.55	17.68

Strato N° 3 costituito da terreno n° 2 (A1+A2)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	84.00	15.86
2	84.00	18.22
3	57.55	17.68
4	36.44	16.74
5	28.34	14.33
6	0.00	9.03
7	0.00	5.45
8	28.50	11.13
9	36.44	13.47
10	50.46	14.02

Descrizione falda

Livello di falda

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0.00	7.00
2	28.67	12.50
3	36.44	15.00
4	57.31	16.00
5	84.00	17.30

Dati zona sismica

Accelerazione al suolo a_g	1.560 [m/s ²]
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F0	2.50
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*	0.29
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.46
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione fronti di scavo (β_s)	0.38
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Fronti di scavo	
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * St * S) = 8.83$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 4.42$

Dati normativa

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 17/01/2018

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura*Superfici di rottura circolari*

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 10.00$	$Y_0 = 25.00$
Passo maglia	[m]	$dX = 1.00$	$dY = 1.00$
Numero passi		$Nx = 30$	$Ny = 20$
Raggio	[m]	$R = 30.00$	

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- JANBU

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **sismiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri di progetto [A2-M2]

- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	724
Coefficiente di sicurezza minimo	1.511
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	724	1.511	1	4.030	724

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
N°	numero d'ordine della superficie cerchio
C _x	ascissa x del centro [m]
C _y	ordinata y del centro [m]
R	raggio del cerchio espresso in m
x _v	ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x _m	ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V	volume interessato dalla superficie espresso [mc]
F _s	coefficiente di sicurezza
caso	caso di calcolo

Metodo di JANBU (J)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	22.00	44.00	30.00	17.79	39.17	30.46	1.511 (J)	[A2M2]	H-V
2	C	19.00	40.00	30.00	7.61	40.81	122.80	1.524 (J)	[A2M2]	H+V
3	C	19.00	40.00	30.00	7.61	40.81	122.80	1.527 (J)	[A2M2]	H-V

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Le strisce sono numerate da valle verso monte	
N°	numero d'ordine della striscia
X _s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y _{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y _{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X _g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y _g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
L	sviluppo della base della striscia espressa in m (L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espresso in kN
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
E _{sr} , E _d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
X _{sr} , X _d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	22	
Coordinate del centro	X[m]= 22.00	Y[m]= 44.00
Raggio del cerchio	R[m]= 30.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 17.79	Y _v [m]= 14.30
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 39.17	Y _m [m]= 19.40
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.511	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{sl} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{dl} [m]	X _a [m]	Y _a [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	17.79	14.30	14.30	18.84	14.51	14.17	18.49	14.32	1.06	-7.05	18.00	5
2	18.84	14.51	14.17	19.90	14.72	14.07	19.43	14.37	1.06	-5.03	18.00	5
3	19.90	14.72	14.07	20.95	14.94	14.02	20.46	14.44	1.06	-3.01	18.00	5
4	20.95	14.94	14.02	22.01	15.15	14.00	21.50	14.53	1.06	-0.99	18.00	5
5	22.01	15.15	14.00	23.06	15.36	14.02	22.55	14.63	1.06	1.03	18.00	5
6	23.06	15.36	14.02	24.12	15.57	14.07	23.60	14.76	1.06	3.04	18.00	5
7	24.12	15.57	14.07	25.17	15.79	14.17	24.65	14.90	1.06	5.06	18.00	5
8	25.17	15.79	14.17	26.23	16.00	14.30	25.71	15.06	1.06	7.09	18.00	5
9	26.23	16.00	14.30	27.28	16.21	14.47	26.76	15.24	1.07	9.13	18.00	5
10	27.28	16.21	14.47	28.34	16.42	14.68	27.81	15.45	1.08	11.17	18.00	5
11	28.34	16.42	14.68	28.62	16.48	14.74	28.48	15.58	0.29	12.47	18.00	5
12	28.62	16.48	14.74	29.59	16.84	14.98	29.11	15.76	1.00	13.70	18.00	5
13	29.59	16.84	14.98	30.56	17.21	15.25	30.08	16.07	1.01	15.61	18.00	5
14	30.56	17.21	15.25	31.53	17.57	15.55	31.04	16.40	1.02	17.54	18.00	5
15	31.53	17.57	15.55	32.49	17.93	15.90	32.01	16.74	1.03	19.50	18.00	5
16	32.49	17.93	15.90	33.46	18.30	16.28	32.98	17.10	1.04	21.47	18.00	5
17	33.46	18.30	16.28	34.43	18.66	16.70	33.95	17.48	1.06	23.47	18.00	5
18	34.43	18.66	16.70	35.40	19.03	17.16	34.91	17.88	1.07	25.51	18.00	5
19	35.40	19.03	17.16	36.37	19.39	17.67	35.88	18.31	1.09	27.58	18.00	5
20	36.37	19.39	17.67	37.30	19.39	18.20	36.81	18.65	1.07	29.64	18.00	5
21	37.30	19.39	18.20	38.24	19.40	18.77	37.72	18.92	1.10	31.72	18.00	5
22	38.24	19.40	18.77	39.17	19.40	19.40	38.55	19.19	1.12	33.84	18.00	5

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E _s [kN]	E _d [kN]	X _s [kN]	X _d [kN]	ID
1	3.26	0.00	3.97	4.37	0.00	0.00	4.54	0.00	0.00	
2	9.42	0.00	10.38	5.74	0.00	4.54	10.33	0.00	0.00	
3	14.87	0.00	15.91	6.92	0.00	10.33	16.76	0.00	0.00	
4	19.61	0.00	20.61	7.93	0.00	16.76	23.31	0.00	0.00	
5	23.64	0.00	24.53	8.77	0.00	23.31	29.55	0.00	0.00	
6	26.97	0.00	27.69	9.45	0.00	29.55	35.14	0.00	0.00	
7	29.58	0.00	30.13	9.99	0.00	35.14	39.82	0.00	0.00	
8	31.49	0.00	31.84	10.37	0.00	39.82	43.40	0.00	0.00	
9	32.67	0.00	32.85	10.60	0.00	43.40	45.77	0.00	0.00	
10	33.12	0.00	33.14	10.69	0.00	45.77	46.91	0.00	0.00	
11	8.79	0.00	8.77	2.84	0.00	46.91	47.00	0.00	0.00	
12	31.46	0.00	31.36	10.05	0.00	47.00	46.56	0.00	0.00	
13	33.39	0.00	33.27	10.48	0.00	46.56	44.75	0.00	0.00	
14	34.70	0.00	34.58	10.80	0.00	44.75	41.56	0.00	0.00	
15	35.38	0.00	35.30	10.99	0.00	41.56	37.02	0.00	0.00	
16	35.41	0.00	35.38	11.06	0.00	37.02	31.23	0.00	0.00	
17	34.76	0.00	34.80	10.98	0.00	31.23	24.37	0.00	0.00	
18	33.41	0.00	33.52	10.76	0.00	24.37	16.70	0.00	0.00	
19	31.31	0.00	31.46	10.38	0.00	16.70	8.57	0.00	0.00	
20	24.51	0.00	24.44	8.81	0.00	8.57	1.97	0.00	0.00	
21	15.27	0.00	14.56	6.76	0.00	1.97	-1.28	0.00	0.00	
22	5.22	0.00	3.56	4.48	0.00	-1.28	0.00	0.00	0.00	

Superficie n° 2

Analisi della superficie 2 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	24	
Coordinate del centro	X[m]= 19.00	Y[m]= 40.00
Raggio del cerchio	R[m]= 30.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 7.61	Y _v [m]= 12.25
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 40.81	Y _m [m]= 19.40
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.524	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{sl} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{dl} [m]	X _a [m]	Y _a [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	7.61	12.25	12.25	9.22	12.57	11.64	8.68	12.15	1.72	-20.67	18.00	5
2	9.22	12.57	11.64	10.82	12.89	11.14	10.10	12.06	1.68	-17.42	18.00	5
3	10.82	12.89	11.14	12.43	13.22	10.73	11.67	11.99	1.66	-14.23	18.89	9
4	12.43	13.22	10.73	14.04	13.54	10.41	13.27	11.98	1.64	-11.08	19.00	10
5	14.04	13.54	10.41	15.65	13.87	10.19	14.86	12.00	1.62	-7.97	19.00	10
6	15.65	13.87	10.19	17.25	14.19	10.05	16.46	12.07	1.61	-4.88	19.00	10
7	17.25	14.19	10.05	18.86	14.51	10.00	18.07	12.19	1.61	-1.81	19.00	10
8	18.86	14.51	10.00	20.47	14.84	10.04	19.67	12.35	1.61	1.27	19.00	10
9	20.47	14.84	10.04	22.07	15.16	10.16	21.27	12.55	1.61	4.34	19.00	10
10	22.07	15.16	10.16	23.68	15.48	10.37	22.88	12.79	1.62	7.43	19.00	10
11	23.68	15.48	10.37	25.29	15.81	10.67	24.48	13.08	1.63	10.53	19.00	10
12	25.29	15.81	10.67	26.89	16.13	11.06	26.09	13.42	1.65	13.67	19.00	10
13	26.89	16.13	11.06	28.50	16.46	11.54	27.69	13.80	1.68	16.86	19.00	10
14	28.50	16.46	11.54	28.62	16.48	11.58	28.56	14.02	0.13	18.58	19.00	10
15	28.62	16.48	11.58	28.67	16.50	11.60	28.65	14.04	0.05	18.75	19.00	10
16	28.67	16.50	11.60	30.21	17.08	12.17	29.44	14.34	1.64	20.37	19.00	10
17	30.21	17.08	12.17	31.75	17.66	12.84	30.98	14.94	1.68	23.55	19.00	10
18	31.75	17.66	12.84	33.29	18.23	13.62	32.51	15.59	1.73	26.80	19.00	10
19	33.29	18.23	13.62	34.83	18.81	14.52	34.05	16.29	1.78	30.15	19.00	10
20	34.83	18.81	14.52	36.37	19.39	15.54	35.59	17.06	1.85	33.61	19.00	10
21	36.37	19.39	15.54	36.44	19.39	15.59	36.40	17.48	0.09	35.46	19.00	10
22	36.44	19.39	15.59	37.90	19.39	16.70	37.13	17.75	1.83	37.29	19.00	10
23	37.90	19.39	16.70	39.35	19.40	17.96	38.55	18.33	1.93	40.88	18.09	5
24	39.35	19.40	17.96	40.81	19.40	19.40	39.84	18.92	2.05	44.68	18.00	5

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E _s [kN]	E _d [kN]	X _s [kN]	X _d [kN]	ID
1	13.45	0.00	17.26	9.31	0.00	0.00	13.62	0.00	0.00	
2	38.88	0.00	43.60	14.82	0.00	13.62	37.38	0.00	0.00	
3	61.88	0.00	67.46	25.39	0.00	37.38	73.11	0.00	0.00	
4	82.74	0.00	86.53	30.29	0.00	73.11	112.16	0.00	0.00	
5	100.83	0.00	102.04	33.70	0.00	112.16	150.77	0.00	0.00	
6	116.33	0.00	114.14	36.36	0.57	150.77	186.49	0.00	0.00	
7	129.63	0.00	118.24	37.26	6.91	186.49	216.22	0.00	0.00	
8	140.22	0.00	121.34	37.96	11.88	216.22	238.85	0.00	0.00	
9	148.04	0.00	123.44	38.46	15.54	238.85	253.61	0.00	0.00	
10	153.05	0.00	124.59	38.78	17.89	253.61	260.13	0.00	0.00	
11	155.23	0.00	124.77	38.91	18.92	260.13	258.40	0.00	0.00	
12	154.49	0.00	123.98	38.86	18.55	258.40	248.82	0.00	0.00	
13	150.73	0.00	122.17	38.61	16.68	248.82	232.20	0.00	0.00	
14	11.04	0.00	9.03	2.87	1.14	232.20	230.70	0.00	0.00	
15	4.59	0.00	3.76	1.20	0.47	230.70	230.07	0.00	0.00	
16	141.44	0.00	116.57	37.11	13.86	230.07	206.96	0.00	0.00	
17	139.80	0.00	117.31	37.52	12.10	206.96	177.31	0.00	0.00	
18	134.98	0.00	116.93	37.73	8.55	177.31	142.50	0.00	0.00	
19	126.73	0.00	115.28	37.73	2.88	142.50	104.59	0.00	0.00	
20	115.14	0.00	107.89	36.51	0.00	104.59	65.09	0.00	0.00	
21	4.90	0.00	4.61	1.60	0.00	65.09	63.29	0.00	0.00	
22	86.08	0.00	80.44	30.19	0.00	63.29	30.97	0.00	0.00	
23	54.19	0.00	52.76	18.18	0.00	30.97	5.40	0.00	0.00	
24	18.84	0.00	15.43	10.01	0.00	5.40	0.00	0.00	0.00	

Superficie n° 3

Analisi della superficie 3 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	24	
Coordinate del centro	X[m]= 19.00	Y[m]= 40.00
Raggio del cerchio	R[m]= 30.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 7.61	Y _v [m]= 12.25
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 40.81	Y _m [m]= 19.40
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.527	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{sl} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{dl} [m]	X _a [m]	Y _a [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	7.61	12.25	12.25	9.22	12.57	11.64	8.68	12.15	1.72	-20.67	18.00	5
2	9.22	12.57	11.64	10.82	12.89	11.14	10.10	12.06	1.68	-17.42	18.00	5
3	10.82	12.89	11.14	12.43	13.22	10.73	11.67	11.99	1.66	-14.23	18.89	9
4	12.43	13.22	10.73	14.04	13.54	10.41	13.27	11.98	1.64	-11.08	19.00	10
5	14.04	13.54	10.41	15.65	13.87	10.19	14.86	12.00	1.62	-7.97	19.00	10
6	15.65	13.87	10.19	17.25	14.19	10.05	16.46	12.07	1.61	-4.88	19.00	10
7	17.25	14.19	10.05	18.86	14.51	10.00	18.07	12.19	1.61	-1.81	19.00	10
8	18.86	14.51	10.00	20.47	14.84	10.04	19.67	12.35	1.61	1.27	19.00	10
9	20.47	14.84	10.04	22.07	15.16	10.16	21.27	12.55	1.61	4.34	19.00	10
10	22.07	15.16	10.16	23.68	15.48	10.37	22.88	12.79	1.62	7.43	19.00	10
11	23.68	15.48	10.37	25.29	15.81	10.67	24.48	13.08	1.63	10.53	19.00	10
12	25.29	15.81	10.67	26.89	16.13	11.06	26.09	13.42	1.65	13.67	19.00	10
13	26.89	16.13	11.06	28.50	16.46	11.54	27.69	13.80	1.68	16.86	19.00	10
14	28.50	16.46	11.54	28.62	16.48	11.58	28.56	14.02	0.13	18.58	19.00	10
15	28.62	16.48	11.58	28.67	16.50	11.60	28.65	14.04	0.05	18.75	19.00	10
16	28.67	16.50	11.60	30.21	17.08	12.17	29.44	14.34	1.64	20.37	19.00	10
17	30.21	17.08	12.17	31.75	17.66	12.84	30.98	14.94	1.68	23.55	19.00	10
18	31.75	17.66	12.84	33.29	18.23	13.62	32.51	15.59	1.73	26.80	19.00	10
19	33.29	18.23	13.62	34.83	18.81	14.52	34.05	16.29	1.78	30.15	19.00	10
20	34.83	18.81	14.52	36.37	19.39	15.54	35.59	17.06	1.85	33.61	19.00	10
21	36.37	19.39	15.54	36.44	19.39	15.59	36.40	17.48	0.09	35.46	19.00	10
22	36.44	19.39	15.59	37.90	19.39	16.70	37.13	17.75	1.83	37.29	19.00	10
23	37.90	19.39	16.70	39.35	19.40	17.96	38.55	18.33	1.93	40.88	18.09	5
24	39.35	19.40	17.96	40.81	19.40	19.40	39.84	18.92	2.05	44.68	18.00	5

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E _s [kN]	E _d [kN]	X _s [kN]	X _d [kN]	ID
1	13.45	0.00	18.63	9.59	0.00	0.00	14.36	0.00	0.00	
2	38.88	0.00	47.44	15.61	0.00	14.36	40.02	0.00	0.00	
3	61.88	0.00	73.42	26.68	0.00	40.02	78.47	0.00	0.00	
4	82.74	0.00	94.31	31.98	0.00	78.47	120.68	0.00	0.00	
5	100.83	0.00	111.31	35.72	0.00	120.68	162.58	0.00	0.00	
6	116.33	0.00	124.64	38.66	0.57	162.58	201.49	0.00	0.00	
7	129.63	0.00	129.77	39.79	6.91	201.49	234.11	0.00	0.00	
8	140.22	0.00	133.67	40.66	11.88	234.11	259.16	0.00	0.00	
9	148.04	0.00	136.34	41.29	15.54	259.16	275.77	0.00	0.00	
10	153.05	0.00	137.84	41.69	17.89	275.77	283.47	0.00	0.00	
11	155.23	0.00	138.17	41.85	18.92	283.47	282.19	0.00	0.00	
12	154.49	0.00	137.31	41.79	18.55	282.19	272.30	0.00	0.00	
13	150.73	0.00	135.21	41.48	16.68	272.30	254.64	0.00	0.00	
14	11.04	0.00	9.99	3.08	1.14	254.64	253.04	0.00	0.00	
15	4.59	0.00	4.16	1.28	0.47	253.04	252.36	0.00	0.00	
16	141.44	0.00	128.89	39.82	13.86	252.36	227.50	0.00	0.00	
17	139.80	0.00	129.60	40.22	12.10	227.50	195.42	0.00	0.00	
18	134.98	0.00	128.95	40.37	8.55	195.42	157.54	0.00	0.00	
19	126.73	0.00	126.77	40.24	2.88	157.54	116.03	0.00	0.00	
20	115.14	0.00	118.55	38.84	0.00	116.03	72.58	0.00	0.00	
21	4.90	0.00	5.07	1.71	0.00	72.58	70.60	0.00	0.00	
22	86.08	0.00	88.63	31.98	0.00	70.60	34.73	0.00	0.00	
23	54.19	0.00	58.13	19.30	0.00	34.73	6.49	0.00	0.00	
24	18.84	0.00	17.38	10.41	0.00	6.49	0.00	0.00	0.00	

3_DM2018_STATO PROGETTO CONDIZIONE STATICA

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ'	c'
		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	A1	18.00	19.00	18.00	5.0
2	A1+A2	19.00	20.00	19.00	10.0
3	C	21.00	21.00	28.00	35.0
4	Antropico	18.00	19.00	30.00	5.0

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0.00	10.71
2	7.08	12.11
3	8.41	13.78
4	34.96	21.30
5	84.00	21.30

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 3 (C)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0.00	5.45
2	0.00	0.00
3	84.00	0.00
4	84.00	15.86
5	50.46	14.02
6	36.44	13.47
7	28.50	11.13

Strato N° 2 costituito da terreno n° 1 (A1)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	7.08	12.11
2	0.00	10.71
3	0.00	9.03
4	28.34	14.33
5	36.44	16.74

n°	X	Y
	[m]	[m]
6	57.55	17.68
7	84.00	18.22
8	84.00	19.93
9	50.30	19.93
10	47.89	19.54
11	36.21	19.39
12	28.43	16.44

Strato N° **3** costituito da terreno n° 2 (A1+A2)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	84.00	15.86
2	84.00	18.22
3	57.55	17.68
4	36.44	16.74
5	28.34	14.33
6	0.00	9.03
7	0.00	5.45
8	28.50	11.13
9	36.44	13.47
10	50.46	14.02

Strato N° **4** costituito da terreno n° 4 (Antropico)

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	84.00	19.93
2	84.00	21.30
3	34.96	21.30
4	8.41	13.78
5	7.08	12.11
6	28.43	16.44
7	36.21	19.39
8	47.89	19.54
9	50.30	19.93

Descrizione falda

Livello di falda

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0.00	7.00
2	28.67	12.50
3	36.44	15.00
4	57.31	16.00
5	84.00	17.30

Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 1

Gradonatura - Gradoni

Ascissa sul profilo	8.41	m
Grado di sicurezza desiderato a monte	1.30	
Numero gradoni	1	
Allineamento	MONTE	
Base gradone	1.50	m
Altezza gradone	1.50	m
Altezza gradonatura	1.50	m
Altezza fondazione	0.20	m

Altezza totale	1.70	m
Lunghezza fondazione valle	0.05	m
Lunghezza fondazione monte	0.05	m
Lunghezza fondazione totale	1.60	m
Inclinazione	0.000	
Peso di volume	20.00	kN/mc
Altezza di scavo	1.50	m

Dati normativa

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 17/01/2018

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_z	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura circolari

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 10.00$	$Y_0 = 25.00$
Passo maglia	[m]	$dX = 1.00$	$dY = 1.00$
Numero passi		$Nx = 30$	$Ny = 20$
Raggio	[m]	$R = 30.00$	

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- JANBU

Le superfici sono state analizzate in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri di progetto [A2-M2]

- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	369
Coefficiente di sicurezza minimo	1.315
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	369	1.315	1	6.272	369

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

F_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

Metodo di JANBU (J)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	12.00	39.00	30.00	1.31	36.22	164.57	1.315 (J)	[A2M2]	--
2	C	13.00	39.00	30.00	1.97	37.22	174.84	1.317 (J)	[A2M2]	--
3	C	11.00	39.00	30.00	0.65	35.22	154.16	1.320 (J)	[A2M2]	--

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N° numero d'ordine della striscia

X_s ascissa sinistra della striscia espressa in m

Y_{ss} ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m

Y_{si} ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m

X_g ascissa del baricentro della striscia espressa in m

Y_g ordinata del baricentro della striscia espressa in m

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)

φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa

L sviluppo della base della striscia espressa in m (L=b/cosα)

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa

W peso della striscia espresso in kN

Q carico applicato sulla striscia espresso in kN

N sforzo normale alla base della striscia espresso in kN

T sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN

U pressione neutra alla base della striscia espressa in kN

E_s, E_d forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN

X_s, X_d forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN

ID Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2

Numero di strisce	23	
Coordinate del centro	X[m]= 12.00	Y[m]= 39.00
Raggio del cerchio	R[m]= 30.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 1.31	Y _v [m]= 10.97
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 36.22	Y _m [m]= 21.30
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.315	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{sl}	X _d	Y _{ds}	Y _{dl}	X _a	Y _a	L	α	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[kPa]
1	1.31	10.97	10.97	2.75	11.26	10.46	2.27	10.90	1.53	-19.42	14.57	4
2	2.75	11.26	10.46	4.19	11.54	10.03	3.55	10.82	1.51	-16.52	14.57	4
3	4.19	11.54	10.03	5.64	11.83	9.68	4.96	10.77	1.49	-13.66	15.11	7
4	5.64	11.83	9.68	7.08	12.11	9.41	6.39	10.76	1.47	-10.84	15.40	8
5	7.08	12.11	9.41	7.22	12.28	9.38	7.15	10.80	0.14	-9.31	15.40	8
6	7.22	12.28	9.38	8.41	12.28	9.22	7.82	10.79	1.21	-8.02	15.40	8
7	8.41	13.78	9.22	10.07	14.25	9.06	9.26	11.58	1.67	-5.28	15.40	8
8	10.07	14.25	9.06	11.73	14.72	9.00	10.91	11.76	1.66	-2.10	15.40	8
9	11.73	14.72	9.00	13.39	15.19	9.03	12.57	11.99	1.66	1.07	15.40	8
10	13.39	15.19	9.03	15.05	15.66	9.16	14.23	12.26	1.67	4.25	15.40	8
11	15.05	15.66	9.16	16.71	16.13	9.37	15.89	12.58	1.67	7.44	15.40	8
12	16.71	16.13	9.37	18.38	16.60	9.69	17.55	12.95	1.69	10.65	15.40	8
13	18.38	16.60	9.69	20.04	17.07	10.10	19.21	13.36	1.71	13.90	15.40	8
14	20.04	17.07	10.10	21.70	17.54	10.61	20.87	13.83	1.74	17.20	15.40	8
15	21.70	17.54	10.61	23.36	18.01	11.23	22.52	14.35	1.77	20.55	15.40	8
16	23.36	18.01	11.23	25.02	18.48	11.97	24.18	14.92	1.82	23.98	15.40	8
17	25.02	18.48	11.97	26.68	18.95	12.84	25.84	15.56	1.87	27.51	15.40	8
18	26.68	18.95	12.84	28.34	19.42	13.84	27.50	16.26	1.94	31.15	15.40	8
19	28.34	19.42	13.84	30.00	19.89	15.00	29.15	17.03	2.02	34.93	15.18	7
20	30.00	19.89	15.00	31.65	20.36	16.33	30.80	17.88	2.13	38.89	14.57	4
21	31.65	20.36	16.33	33.30	20.83	17.88	32.43	18.82	2.27	43.08	14.57	4
22	33.30	20.83	17.88	34.96	21.30	19.69	34.05	19.87	2.45	47.59	21.26	4
23	34.96	21.30	19.69	36.22	21.30	21.30	35.38	20.76	2.04	51.89	24.79	4

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	10.31	0.00	13.51	7.33	0.00	0.00	11.40	0.00	0.00	
2	29.88	0.00	34.55	11.41	0.00	11.40	32.17	0.00	0.00	
3	47.59	0.00	53.45	18.42	0.00	32.17	62.69	0.00	0.00	
4	63.92	5.98	75.93	24.85	0.00	62.69	101.38	0.00	0.00	
5	6.95	4.60	12.27	3.41	0.00	101.38	106.73	0.00	0.00	
6	65.51	40.62	111.50	30.70	0.00	106.73	152.70	0.00	0.00	
7	148.47	0.20	153.21	42.25	0.00	152.70	208.86	0.00	0.00	
8	166.57	0.00	167.36	45.18	0.97	208.86	260.18	0.00	0.00	
9	182.13	0.00	174.88	46.75	6.40	260.18	303.52	0.00	0.00	
10	194.67	0.00	181.27	48.11	10.36	303.52	337.30	0.00	0.00	
11	204.13	0.00	186.56	49.28	12.86	337.30	360.34	0.00	0.00	
12	210.44	0.00	190.81	50.26	13.87	360.34	371.89	0.00	0.00	
13	213.53	0.00	194.02	51.06	13.32	371.89	371.64	0.00	0.00	
14	213.28	0.00	196.19	51.68	11.08	371.64	359.73	0.00	0.00	
15	209.51	0.00	197.25	52.12	6.96	359.73	336.85	0.00	0.00	
16	202.06	0.00	197.18	52.37	0.67	336.85	304.28	0.00	0.00	
17	191.22	0.00	189.03	51.00	0.00	304.28	262.21	0.00	0.00	
18	176.31	0.00	176.52	48.79	0.00	262.21	212.67	0.00	0.00	
19	156.43	0.00	160.25	43.75	0.00	212.67	156.78	0.00	0.00	
20	132.99	0.00	142.86	34.71	0.00	156.78	94.11	0.00	0.00	
21	104.02	0.00	114.76	29.58	0.00	94.11	37.33	0.00	0.00	
22	67.94	0.00	69.92	28.15	0.00	37.33	4.70	0.00	0.00	
23	18.28	0.00	14.97	11.48	0.00	4.70	0.00	0.00	0.00	

Superficie n° 2

Analisi della superficie 2 - coefficienti parziali caso A2M2

Numero di strisce	23	
Coordinate del centro	X[m]= 13.00	Y[m]= 39.00
Raggio del cerchio	R[m]= 30.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 1.97	Y _v [m]= 11.10
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 37.22	Y _m [m]= 21.30
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.317	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{sl}	X _d	Y _{ds}	Y _{dl}	X _a	Y _a	L	α	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[kPa]
1	1.97	11.10	11.10	3.67	11.44	10.49	3.11	11.01	1.81	-19.84	14.57	4
2	3.67	11.44	10.49	5.38	11.77	9.98	4.61	10.92	1.78	-16.42	14.62	4
3	5.38	11.77	9.98	7.08	12.11	9.59	6.28	10.86	1.75	-13.05	15.40	8
4	7.08	12.11	9.59	7.22	12.28	9.56	7.15	10.89	0.14	-11.25	15.40	8
5	7.22	12.28	9.56	8.41	12.28	9.35	7.82	10.87	1.21	-9.96	15.40	8
6	8.41	13.78	9.35	10.10	14.26	9.14	9.27	11.63	1.70	-7.18	15.40	8
7	10.10	14.26	9.14	11.79	14.74	9.02	10.96	11.79	1.69	-3.93	15.40	8
8	11.79	14.74	9.02	13.48	15.21	9.00	12.64	12.00	1.69	-0.71	15.40	8
9	13.48	15.21	9.00	15.16	15.69	9.08	14.33	12.25	1.69	2.52	15.40	8
10	15.16	15.69	9.08	16.85	16.17	9.25	16.01	12.55	1.70	5.76	15.40	8
11	16.85	16.17	9.25	18.54	16.65	9.52	17.70	12.90	1.71	9.01	15.40	8
12	18.54	16.65	9.52	20.23	17.13	9.88	19.39	13.29	1.73	12.29	15.40	8
13	20.23	17.13	9.88	21.92	17.61	10.36	21.07	13.74	1.75	15.62	15.40	8
14	21.92	17.61	10.36	23.61	18.08	10.94	22.76	14.24	1.79	19.00	15.40	8
15	23.61	18.08	10.94	25.29	18.56	11.63	24.44	14.80	1.83	22.45	15.40	8
16	25.29	18.56	11.63	26.98	19.04	12.46	26.13	15.42	1.88	25.98	15.40	8
17	26.98	19.04	12.46	28.67	19.52	13.42	27.82	16.10	1.94	29.63	15.40	8
18	28.67	19.52	13.42	30.24	19.96	14.45	29.44	16.83	1.88	33.29	15.40	8
19	30.24	19.96	14.45	31.82	20.41	15.63	31.01	17.60	1.97	36.96	15.09	6
20	31.82	20.41	15.63	33.39	20.85	16.99	32.57	18.46	2.08	40.83	14.57	4
21	33.39	20.85	16.99	34.96	21.30	18.56	34.13	19.40	2.22	44.93	14.57	4
22	34.96	21.30	18.56	36.21	21.30	19.99	35.51	20.25	1.90	48.87	21.00	4
23	36.21	21.30	19.99	37.22	21.30	21.30	36.55	20.86	1.65	52.26	24.79	4

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	14.58	0.00	18.82	9.21	0.00	0.00	15.05	0.00	0.00	
2	42.00	0.00	48.29	15.29	0.00	15.05	43.37	0.00	0.00	
3	66.75	5.98	81.05	27.57	0.00	43.37	88.53	0.00	0.00	
4	6.49	4.60	11.97	3.34	0.00	88.53	94.14	0.00	0.00	
5	61.91	40.62	109.41	30.25	0.00	94.14	142.85	0.00	0.00	
6	147.58	0.20	154.31	42.60	0.00	142.85	204.40	0.00	0.00	
7	168.03	0.00	171.32	46.10	0.28	204.40	262.17	0.00	0.00	
8	185.87	0.00	179.70	47.83	6.77	262.17	312.29	0.00	0.00	
9	200.58	0.00	186.90	49.35	11.70	312.29	352.85	0.00	0.00	
10	212.06	0.00	192.93	50.65	15.10	352.85	382.38	0.00	0.00	
11	220.28	0.00	197.85	51.76	16.98	382.38	399.86	0.00	0.00	
12	225.17	0.00	201.71	52.67	17.26	399.86	404.71	0.00	0.00	
13	226.60	0.00	204.49	53.41	15.86	404.71	396.83	0.00	0.00	
14	224.43	0.00	206.17	53.96	12.61	396.83	376.63	0.00	0.00	
15	218.46	0.00	206.68	54.31	7.25	376.63	345.15	0.00	0.00	
16	208.53	0.00	205.48	54.38	0.00	345.15	304.00	0.00	0.00	
17	194.92	0.00	194.41	52.45	0.00	304.00	253.47	0.00	0.00	
18	165.52	0.00	167.50	46.45	0.00	253.47	200.37	0.00	0.00	
19	145.84	0.00	151.84	40.78	0.00	200.37	141.66	0.00	0.00	
20	122.25	0.00	133.37	32.63	0.00	141.66	79.15	0.00	0.00	
21	93.43	0.00	104.65	27.39	0.00	79.15	24.64	0.00	0.00	
22	45.53	0.00	46.94	19.45	0.00	24.64	2.07	0.00	0.00	
23	11.91	0.00	8.93	8.15	0.00	2.07	0.00	0.00	0.00	

Superficie n° 3

Analisi della superficie 3 - coefficienti parziali caso A2M2

Numero di strisce	23	
Coordinate del centro	X[m]= 11.00	Y[m]= 39.00
Raggio del cerchio	R[m]= 30.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 0.65	Y _v [m]= 10.84
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 35.22	Y _m [m]= 21.30
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.320	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{sl} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{dl} [m]	X _a [m]	Y _a [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	0.65	10.84	10.84	2.26	11.16	10.30	1.72	10.77	1.70	-18.56	14.57	4
2	2.26	11.16	10.30	3.87	11.48	9.86	3.14	10.70	1.67	-15.35	14.57	4
3	3.87	11.48	9.86	5.47	11.79	9.51	4.72	10.66	1.64	-12.19	15.26	7
4	5.47	11.79	9.51	7.08	12.11	9.26	6.31	10.67	1.63	-9.06	15.40	8
5	7.08	12.11	9.26	7.22	12.28	9.24	7.15	10.72	0.14	-7.38	15.40	8
6	7.22	12.28	9.24	8.41	12.28	9.11	7.82	10.73	1.20	-6.10	15.40	8
7	8.41	13.78	9.11	10.07	14.25	9.01	9.26	11.54	1.66	-3.36	15.40	8
8	10.07	14.25	9.01	11.73	14.72	9.01	10.91	11.75	1.66	-0.19	15.40	8
9	11.73	14.72	9.01	13.39	15.19	9.10	12.57	12.01	1.66	2.99	15.40	8
10	13.39	15.19	9.10	15.05	15.66	9.28	14.23	12.31	1.67	6.17	15.40	8
11	15.05	15.66	9.28	16.71	16.13	9.55	15.89	12.66	1.68	9.37	15.40	8
12	16.71	16.13	9.55	18.38	16.60	9.92	17.55	13.05	1.70	12.61	15.40	8
13	18.38	16.60	9.92	20.04	17.07	10.39	19.21	13.50	1.73	15.88	15.40	8
14	20.04	17.07	10.39	21.70	17.54	10.97	20.86	13.99	1.76	19.21	15.40	8
15	21.70	17.54	10.97	23.36	18.01	11.66	22.52	14.55	1.80	22.61	15.40	8
16	23.36	18.01	11.66	25.02	18.48	12.48	24.18	15.16	1.85	26.09	15.40	8
17	25.02	18.48	12.48	26.68	18.95	13.42	25.84	15.83	1.91	29.68	15.40	8
18	26.68	18.95	13.42	28.34	19.42	14.52	27.49	16.57	1.99	33.41	15.20	7
19	28.34	19.42	14.52	30.00	19.89	15.78	29.14	17.39	2.08	37.30	14.57	4
20	30.00	19.89	15.78	31.65	20.36	17.24	30.78	18.30	2.21	41.39	14.57	4
21	31.65	20.36	17.24	33.30	20.83	18.94	32.41	19.30	2.37	45.76	20.76	4
22	33.30	20.83	18.94	34.96	21.30	20.95	33.94	20.36	2.60	50.52	24.79	4
23	34.96	21.30	20.95	35.22	21.30	21.30	35.05	21.18	0.44	53.42	24.79	4

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E _s [kN]	E _d [kN]	X _s [kN]	X _d [kN]	ID
1	12.39	0.00	15.84	8.26	0.00	0.00	12.87	0.00	0.00	
2	35.75	0.00	40.65	13.05	0.00	12.87	36.22	0.00	0.00	
3	56.68	0.00	62.76	22.11	0.00	36.22	71.08	0.00	0.00	
4	75.54	5.98	87.01	28.02	0.00	71.08	112.45	0.00	0.00	
5	7.33	4.60	12.48	3.43	0.00	112.45	117.46	0.00	0.00	
6	68.32	40.62	112.85	30.83	0.00	117.46	160.11	0.00	0.00	
7	150.86	0.20	153.79	42.18	0.00	160.11	211.24	0.00	0.00	
8	167.21	0.00	166.06	44.72	1.30	211.24	256.51	0.00	0.00	
9	180.95	0.00	172.96	46.17	5.83	256.51	293.31	0.00	0.00	
10	191.64	0.00	178.73	47.42	8.90	293.31	320.29	0.00	0.00	
11	199.21	0.00	183.43	48.48	10.48	320.29	336.54	0.00	0.00	
12	203.60	0.00	187.06	49.35	10.53	336.54	341.58	0.00	0.00	
13	204.69	0.00	189.65	50.04	8.93	341.58	335.38	0.00	0.00	
14	202.34	0.00	191.13	50.55	5.53	335.38	318.40	0.00	0.00	
15	196.43	0.00	191.52	50.87	0.07	318.40	291.72	0.00	0.00	
16	187.18	0.00	184.12	49.63	0.00	291.72	255.31	0.00	0.00	
17	173.99	0.00	173.08	47.71	0.00	255.31	211.05	0.00	0.00	
18	156.39	0.00	158.79	43.29	0.00	211.05	159.75	0.00	0.00	
19	134.36	0.00	142.69	34.40	0.00	159.75	100.66	0.00	0.00	
20	107.82	0.00	117.44	29.81	0.00	100.66	45.37	0.00	0.00	
21	74.74	0.00	77.03	29.31	0.00	45.37	10.63	0.00	0.00	
22	33.46	0.00	30.22	18.46	0.00	10.63	-0.95	0.00	0.00	
23	0.83	0.00	-0.27	1.24	0.00	-0.95	0.00	0.00	0.00	

4_DM2018_STATO PROGETTO CONDIZIONE DINAMICA

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ' [°]	c' [kPa]
1	A1	18.00	19.00	18.00	5.0
2	A1+A2	19.00	20.00	19.00	10.0
3	C	21.00	21.00	28.00	35.0
4	Antropico	18.00	19.00	30.00	5.0

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	10.71
2	7.08	12.11
3	8.41	13.78
4	34.96	21.30
5	84.00	21.30

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 3 (C)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	5.45
2	0.00	0.00
3	84.00	0.00
4	84.00	15.86
5	50.46	14.02
6	36.44	13.47
7	28.50	11.13

Strato N° 2 costituito da terreno n° 1 (A1)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	7.08	12.11
2	0.00	10.71
3	0.00	9.03
4	28.34	14.33

n°	X	Y
	[m]	[m]
5	36.44	16.74
6	57.55	17.68
7	84.00	18.22
8	84.00	19.93
9	50.30	19.93
10	47.89	19.54
11	36.21	19.39
12	28.43	16.44

Strato N° **3** costituito da terreno n° 2 (A1+A2)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	84.00	15.86
2	84.00	18.22
3	57.55	17.68
4	36.44	16.74
5	28.34	14.33
6	0.00	9.03
7	0.00	5.45
8	28.50	11.13
9	36.44	13.47
10	50.46	14.02

Strato N° **4** costituito da terreno n° 4 (Antropico)

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	84.00	19.93
2	84.00	21.30
3	34.96	21.30
4	8.41	13.78
5	7.08	12.11
6	28.43	16.44
7	36.21	19.39
8	47.89	19.54
9	50.30	19.93

Descrizione falda

Livello di falda

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0.00	7.00
2	28.67	12.50
3	36.44	15.00
4	57.31	16.00
5	84.00	17.30

Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 1

Gradonatura - Gradoni

Ascissa sul profilo	8.41	m
Grado di sicurezza desiderato a monte	1.30	
Numero gradoni	1	
Allineamento	MONTE	
Base gradone	1.50	m
Altezza gradone	1.50	m
Altezza gradonatura	1.50	m

Altezza fondazione	0.20	m
Altezza totale	1.70	m
Lunghezza fondazione valle	0.05	m
Lunghezza fondazione monte	0.05	m
Lunghezza fondazione totale	1.60	m
Inclinazione	0.000	
Peso di volume	20.00	kN/mc
Altezza di scavo	1.50	m

Dati zona sismica

Accelerazione al suolo a_g	1.560 [m/s ²]
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0	2.50
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_c^*	0.29
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)	1.46
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione pendio naturale (β_s)	0.24
Coefficiente riduzione fronti di scavo (β_s)	0.38
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Pendio naturale	
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * St * S) = 5.58$
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)	$k_v = 0.50 * k_h = 2.79$
Fronti di scavo	
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * St * S) = 8.83$
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)	$k_v = 0.50 * k_h = 4.42$

Dati normativa

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 17/01/2018

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura circolari

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 10.00$	$Y_0 = 25.00$
Passo maglia	[m]	$dX = 1.00$	$dY = 1.00$
Numero passi		$Nx = 30$	$Ny = 20$
Raggio	[m]	$R = 30.00$	

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- JANBU

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **sismiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Parametri caratteristici [PC];

- Parametri di progetto [A2-M2]

- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	1476
Coefficiente di sicurezza minimo	1.238
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	1476	1.238	1	4.624	1476

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

F_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

Metodo di JANBU (J)

N°	Forma	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	F _s	Caso	Sisma
1	C	13.00	39.00	30.00	1.97	37.22	174.84	1.238 (J)	[A2M2]	H+V
2	C	12.00	39.00	30.00	1.31	36.22	164.57	1.241 (J)	[A2M2]	H+V
3	C	13.00	39.00	30.00	1.97	37.22	174.84	1.242 (J)	[A2M2]	H-V

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N° numero d'ordine della striscia

X_s ascissa sinistra della striscia espressa in m

Y_{ss} ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m

Y_{si} ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m

X_g ascissa del baricentro della striscia espressa in m

Y_g ordinata del baricentro della striscia espressa in m

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)

φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa

L sviluppo della base della striscia espressa in m (L=b/cosα)

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa

W peso della striscia espresso in kN

Q carico applicato sulla striscia espresso in kN

N sforzo normale alla base della striscia espresso in kN

T sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN

U pressione neutra alla base della striscia espressa in kN

E_{sr}, E_d forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN

X_{sr}, X_d forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN

ID Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	23	
Coordinate del centro	X[m]= 13.00	Y[m]= 39.00
Raggio del cerchio	R[m]= 30.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 1.97	Y _v [m]= 11.10
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 37.22	Y _m [m]= 21.30
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.238	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{sl} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{dl} [m]	X _a [m]	Y _a [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	1.97	11.10	11.10	3.67	11.44	10.49	3.11	11.01	1.81	-19.84	18.00	5
2	3.67	11.44	10.49	5.38	11.77	9.98	4.61	10.92	1.78	-16.42	18.06	5
3	5.38	11.77	9.98	7.08	12.11	9.59	6.28	10.86	1.75	-13.05	19.00	10
4	7.08	12.11	9.59	7.22	12.28	9.56	7.15	10.89	0.14	-11.25	19.00	10
5	7.22	12.28	9.56	8.41	12.28	9.35	7.82	10.87	1.21	-9.96	19.00	10
6	8.41	13.78	9.35	10.10	14.26	9.14	9.27	11.63	1.70	-7.18	19.00	10
7	10.10	14.26	9.14	11.79	14.74	9.02	10.96	11.79	1.69	-3.93	19.00	10
8	11.79	14.74	9.02	13.48	15.21	9.00	12.64	12.00	1.69	-0.71	19.00	10
9	13.48	15.21	9.00	15.16	15.69	9.08	14.33	12.25	1.69	2.52	19.00	10
10	15.16	15.69	9.08	16.85	16.17	9.25	16.01	12.55	1.70	5.76	19.00	10
11	16.85	16.17	9.25	18.54	16.65	9.52	17.70	12.90	1.71	9.01	19.00	10
12	18.54	16.65	9.52	20.23	17.13	9.88	19.39	13.29	1.73	12.29	19.00	10
13	20.23	17.13	9.88	21.92	17.61	10.36	21.07	13.74	1.75	15.62	19.00	10
14	21.92	17.61	10.36	23.61	18.08	10.94	22.76	14.24	1.79	19.00	19.00	10
15	23.61	18.08	10.94	25.29	18.56	11.63	24.44	14.80	1.83	22.45	19.00	10
16	25.29	18.56	11.63	26.98	19.04	12.46	26.13	15.42	1.88	25.98	19.00	10
17	26.98	19.04	12.46	28.67	19.52	13.42	27.82	16.10	1.94	29.63	19.00	10
18	28.67	19.52	13.42	30.24	19.96	14.45	29.44	16.83	1.88	33.29	19.00	10
19	30.24	19.96	14.45	31.82	20.41	15.63	31.01	17.60	1.97	36.96	18.62	8
20	31.82	20.41	15.63	33.39	20.85	16.99	32.57	18.46	2.08	40.83	18.00	5
21	33.39	20.85	16.99	34.96	21.30	18.56	34.13	19.40	2.22	44.93	18.00	5
22	34.96	21.30	18.56	36.21	21.30	19.99	35.51	20.25	1.90	48.87	25.55	5
23	36.21	21.30	19.99	37.22	21.30	21.30	36.55	20.86	1.65	52.26	30.00	5

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E _s [kN]	E _d [kN]	X _s [kN]	X _d [kN]	ID
1	14.58	0.00	19.28	12.37	0.00	0.00	16.89	0.00	0.00	
2	42.00	0.00	47.81	20.21	0.00	16.89	46.08	0.00	0.00	
3	66.75	5.98	79.78	36.31	0.00	46.08	93.04	0.00	0.00	
4	6.49	4.60	11.68	4.36	0.00	93.04	98.62	0.00	0.00	
5	61.91	40.62	106.42	39.39	0.00	98.62	146.76	0.00	0.00	
6	147.58	0.20	149.33	55.27	0.00	146.76	207.20	0.00	0.00	
7	168.03	0.00	164.80	59.50	0.28	207.20	263.05	0.00	0.00	
8	185.87	0.00	171.66	61.37	6.77	263.05	310.20	0.00	0.00	
9	200.58	0.00	177.43	62.99	11.70	310.20	347.10	0.00	0.00	
10	212.06	0.00	182.13	64.36	15.10	347.10	372.62	0.00	0.00	
11	220.28	0.00	185.83	65.48	16.98	372.62	386.08	0.00	0.00	
12	225.17	0.00	188.54	66.39	17.26	386.08	387.25	0.00	0.00	
13	226.60	0.00	190.28	67.08	15.86	387.25	376.34	0.00	0.00	
14	224.43	0.00	191.02	67.54	12.61	376.34	354.10	0.00	0.00	
15	218.46	0.00	190.68	67.78	7.25	354.10	321.89	0.00	0.00	
16	208.53	0.00	188.76	67.66	0.00	321.89	281.59	0.00	0.00	
17	194.92	0.00	177.37	65.01	0.00	281.59	233.18	0.00	0.00	
18	165.52	0.00	151.60	57.35	0.00	233.18	183.31	0.00	0.00	
19	145.84	0.00	136.75	50.12	0.00	183.31	128.25	0.00	0.00	
20	122.25	0.00	119.98	39.88	0.00	128.25	69.19	0.00	0.00	
21	93.43	0.00	92.88	33.34	0.00	69.19	18.95	0.00	0.00	
22	45.53	0.00	39.78	23.03	0.00	18.95	0.11	0.00	0.00	
23	11.91	0.00	6.22	9.58	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	

Superficie n° 2

Analisi della superficie 2 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	23	
Coordinate del centro	X[m]= 12.00	Y[m]= 39.00
Raggio del cerchio	R[m]= 30.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 1.31	Y _v [m]= 10.97
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 36.22	Y _m [m]= 21.30
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.241	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{sl} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{dl} [m]	X _a [m]	Y _a [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	1.31	10.97	10.97	2.75	11.26	10.46	2.27	10.90	1.53	-19.42	18.00	5
2	2.75	11.26	10.46	4.19	11.54	10.03	3.55	10.82	1.51	-16.52	18.00	5
3	4.19	11.54	10.03	5.64	11.83	9.68	4.96	10.77	1.49	-13.66	18.65	8
4	5.64	11.83	9.68	7.08	12.11	9.41	6.39	10.76	1.47	-10.84	19.00	10
5	7.08	12.11	9.41	7.22	12.28	9.38	7.15	10.80	0.14	-9.31	19.00	10
6	7.22	12.28	9.38	8.41	12.28	9.22	7.82	10.79	1.21	-8.02	19.00	10
7	8.41	13.78	9.22	10.07	14.25	9.06	9.26	11.58	1.67	-5.28	19.00	10
8	10.07	14.25	9.06	11.73	14.72	9.00	10.91	11.76	1.66	-2.10	19.00	10
9	11.73	14.72	9.00	13.39	15.19	9.03	12.57	11.99	1.66	1.07	19.00	10
10	13.39	15.19	9.03	15.05	15.66	9.16	14.23	12.26	1.67	4.25	19.00	10
11	15.05	15.66	9.16	16.71	16.13	9.37	15.89	12.58	1.67	7.44	19.00	10
12	16.71	16.13	9.37	18.38	16.60	9.69	17.55	12.95	1.69	10.65	19.00	10
13	18.38	16.60	9.69	20.04	17.07	10.10	19.21	13.36	1.71	13.90	19.00	10
14	20.04	17.07	10.10	21.70	17.54	10.61	20.87	13.83	1.74	17.20	19.00	10
15	21.70	17.54	10.61	23.36	18.01	11.23	22.52	14.35	1.77	20.55	19.00	10
16	23.36	18.01	11.23	25.02	18.48	11.97	24.18	14.92	1.82	23.98	19.00	10
17	25.02	18.48	11.97	26.68	18.95	12.84	25.84	15.56	1.87	27.51	19.00	10
18	26.68	18.95	12.84	28.34	19.42	13.84	27.50	16.26	1.94	31.15	19.00	10
19	28.34	19.42	13.84	30.00	19.89	15.00	29.15	17.03	2.02	34.93	18.74	9
20	30.00	19.89	15.00	31.65	20.36	16.33	30.80	17.88	2.13	38.89	18.00	5
21	31.65	20.36	16.33	33.30	20.83	17.88	32.43	18.82	2.27	43.08	18.00	5
22	33.30	20.83	17.88	34.96	21.30	19.69	34.05	19.87	2.45	47.59	25.85	5
23	34.96	21.30	19.69	36.22	21.30	21.30	35.38	20.76	2.04	51.89	30.00	5

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E _s [kN]	E _d [kN]	X _s [kN]	X _d [kN]	ID
1	10.31	0.00	13.91	9.81	0.00	0.00	12.96	0.00	0.00	
2	29.88	0.00	34.25	15.04	0.00	12.96	34.48	0.00	0.00	
3	47.59	0.00	52.69	24.19	0.00	34.48	66.23	0.00	0.00	
4	63.92	5.98	74.24	32.45	0.00	66.23	105.89	0.00	0.00	
5	6.95	4.60	11.92	4.41	0.00	105.89	111.15	0.00	0.00	
6	65.51	40.62	108.04	39.71	0.00	111.15	156.18	0.00	0.00	
7	148.47	0.20	147.74	54.44	0.00	156.18	210.85	0.00	0.00	
8	166.57	0.00	160.47	57.93	0.97	210.85	259.95	0.00	0.00	
9	182.13	0.00	166.60	59.62	6.40	259.95	300.23	0.00	0.00	
10	194.67	0.00	171.69	61.07	10.36	300.23	330.45	0.00	0.00	
11	204.13	0.00	175.78	62.28	12.86	330.45	349.74	0.00	0.00	
12	210.44	0.00	178.91	63.27	13.87	349.74	357.70	0.00	0.00	
13	213.53	0.00	181.09	64.05	13.32	357.70	354.30	0.00	0.00	
14	213.28	0.00	182.33	64.61	11.08	354.30	340.00	0.00	0.00	
15	209.51	0.00	182.56	64.96	6.96	340.00	315.79	0.00	0.00	
16	202.06	0.00	181.76	65.09	0.67	315.79	283.27	0.00	0.00	
17	191.22	0.00	173.18	63.15	0.00	283.27	242.41	0.00	0.00	
18	176.31	0.00	160.54	60.19	0.00	242.41	195.32	0.00	0.00	
19	156.43	0.00	144.84	53.74	0.00	195.32	142.63	0.00	0.00	
20	132.99	0.00	129.13	42.38	0.00	142.63	82.80	0.00	0.00	
21	104.02	0.00	102.49	35.97	0.00	82.80	29.88	0.00	0.00	
22	67.94	0.00	59.87	33.27	0.00	29.88	2.11	0.00	0.00	
23	18.28	0.00	11.17	13.44	0.00	2.11	0.00	0.00	0.00	

Superficie n° 3

Analisi della superficie 3 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	23	
Coordinate del centro	X[m]= 13.00	Y[m]= 39.00
Raggio del cerchio	R[m]= 30.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 1.97	Y _v [m]= 11.10
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 37.22	Y _m [m]= 21.30
Coefficiente di sicurezza	F _s = 1.242	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{sl} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{dl} [m]	X _a [m]	Y _a [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	1.97	11.10	11.10	3.67	11.44	10.49	3.11	11.01	1.81	-19.84	18.00	5
2	3.67	11.44	10.49	5.38	11.77	9.98	4.61	10.92	1.78	-16.42	18.06	5
3	5.38	11.77	9.98	7.08	12.11	9.59	6.28	10.86	1.75	-13.05	19.00	10
4	7.08	12.11	9.59	7.22	12.28	9.56	7.15	10.89	0.14	-11.25	19.00	10
5	7.22	12.28	9.56	8.41	12.28	9.35	7.82	10.87	1.21	-9.96	19.00	10
6	8.41	13.78	9.35	10.10	14.26	9.14	9.27	11.63	1.70	-7.18	19.00	10
7	10.10	14.26	9.14	11.79	14.74	9.02	10.96	11.79	1.69	-3.93	19.00	10
8	11.79	14.74	9.02	13.48	15.21	9.00	12.64	12.00	1.69	-0.71	19.00	10
9	13.48	15.21	9.00	15.16	15.69	9.08	14.33	12.25	1.69	2.52	19.00	10
10	15.16	15.69	9.08	16.85	16.17	9.25	16.01	12.55	1.70	5.76	19.00	10
11	16.85	16.17	9.25	18.54	16.65	9.52	17.70	12.90	1.71	9.01	19.00	10
12	18.54	16.65	9.52	20.23	17.13	9.88	19.39	13.29	1.73	12.29	19.00	10
13	20.23	17.13	9.88	21.92	17.61	10.36	21.07	13.74	1.75	15.62	19.00	10
14	21.92	17.61	10.36	23.61	18.08	10.94	22.76	14.24	1.79	19.00	19.00	10
15	23.61	18.08	10.94	25.29	18.56	11.63	24.44	14.80	1.83	22.45	19.00	10
16	25.29	18.56	11.63	26.98	19.04	12.46	26.13	15.42	1.88	25.98	19.00	10
17	26.98	19.04	12.46	28.67	19.52	13.42	27.82	16.10	1.94	29.63	19.00	10
18	28.67	19.52	13.42	30.24	19.96	14.45	29.44	16.83	1.88	33.29	19.00	10
19	30.24	19.96	14.45	31.82	20.41	15.63	31.01	17.60	1.97	36.96	18.62	8
20	31.82	20.41	15.63	33.39	20.85	16.99	32.57	18.46	2.08	40.83	18.00	5
21	33.39	20.85	16.99	34.96	21.30	18.56	34.13	19.40	2.22	44.93	18.00	5
22	34.96	21.30	18.56	36.21	21.30	19.99	35.51	20.25	1.90	48.87	25.55	5
23	36.21	21.30	19.99	37.22	21.30	21.30	36.55	20.86	1.65	52.26	30.00	5

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E _s [kN]	E _d [kN]	X _s [kN]	X _d [kN]	ID
1	14.58	0.00	20.77	12.72	0.00	0.00	17.73	0.00	0.00	
2	42.00	0.00	51.98	21.24	0.00	17.73	49.08	0.00	0.00	
3	66.75	5.98	86.80	38.14	0.00	49.08	99.41	0.00	0.00	
4	6.49	4.60	12.73	4.64	0.00	99.41	105.47	0.00	0.00	
5	61.91	40.62	116.06	41.94	0.00	105.47	157.79	0.00	0.00	
6	147.58	0.20	162.94	58.87	0.00	157.79	223.50	0.00	0.00	
7	168.03	0.00	179.95	63.51	0.28	223.50	284.39	0.00	0.00	
8	185.87	0.00	188.13	65.75	6.77	284.39	336.11	0.00	0.00	
9	200.58	0.00	194.96	67.65	11.70	336.11	376.89	0.00	0.00	
10	212.06	0.00	200.47	69.23	15.10	376.89	405.43	0.00	0.00	
11	220.28	0.00	204.73	70.52	16.98	405.43	420.90	0.00	0.00	
12	225.17	0.00	207.78	71.51	17.26	420.90	422.98	0.00	0.00	
13	226.60	0.00	209.62	72.22	15.86	422.98	411.82	0.00	0.00	
14	224.43	0.00	210.22	72.65	12.61	411.82	388.16	0.00	0.00	
15	218.46	0.00	209.49	72.78	7.25	388.16	353.38	0.00	0.00	
16	208.53	0.00	206.90	72.48	0.00	353.38	309.47	0.00	0.00	
17	194.92	0.00	194.58	69.58	0.00	309.47	256.52	0.00	0.00	
18	165.52	0.00	166.50	61.30	0.00	256.52	201.77	0.00	0.00	
19	145.84	0.00	150.23	53.62	0.00	201.77	141.40	0.00	0.00	
20	122.25	0.00	131.70	42.82	0.00	141.40	76.90	0.00	0.00	
21	93.43	0.00	102.21	35.68	0.00	76.90	21.72	0.00	0.00	
22	45.53	0.00	44.08	24.62	0.00	21.72	0.69	0.00	0.00	
23	11.91	0.00	7.32	10.06	0.00	0.69	0.00	0.00	0.00	

