

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto funzionale Brescia-Verona

PROGETTO ESECUTIVO

SLZ3 – SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622

RELAZIONE GEOTECNICA

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due 29 MAG 2020 Data: _____	Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. T. Tarenta) Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 2	E	E 2	R B	S L Z 3 0 0	0 0 1	A

PROGETTAZIONE						
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data
A	Emissione	GUILARTE	11/10/19	AIELLO	11/10/19	11/10/19
B						
C						



CIG. 751447334A File: INOR12EE2RBSLZ300001A_10.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

Stampato dal Service di plottaggio ITALFERR S.p.A. ALBA S.r.l.

CUP: F81H9100000008

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 RB SL Z3 00 001	Rev. A	Foglio 2 di 51
---------	------------------	-------------	--	-----------	-------------------

INDICE

1.	LISTA GENERALI DEI SIMBOLI	4
2.	INTRODUZIONE	5
3.	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	6
3.1.	INDAGINI INTEGRATIVE CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2018-2019	6
3.2.	ELABORATI PROGETTUALI DI PE.....	6
4.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	8
5.	INDAGINI ESEGUITE	8
6.	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA.....	10
7.	CONDIZIONI DELLA FALDA.....	10
8.	STRATIGRAFIA DI PROGETTO.....	10
9.	PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO DI FONDAZIONE.....	11
10.	PROBLEMATICHE LEGATE AL SISMA	14
10.1.	DEFINIZIONE DEL SISMA DI PROGETTO.....	14
10.2.	VALUTAZIONE DELLA MAGNITUDO	15
10.3.	STABILITÀ DEL SITO IN CONDIZIONI SISMICHE	16
11.	SOLUZIONI PROGETTUALI.....	17
12.	CRITERI DI CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE	18
13.	STIMA DEI CEDIMENTI ATTESI E DELLE COSTANTI DI SOTTOFONDO.....	20
14.	CALCOLO DELLE SPINTE SUI MURI.....	23
14.1.	CRITERI GENERALI.....	23
14.1.1.	<i>Spinte attive in condizioni statiche</i>	<i>24</i>
14.1.2.	<i>Spinte passive in condizioni statiche.....</i>	<i>24</i>
14.1.3.	<i>Spinte a riposo.....</i>	<i>25</i>
14.1.4.	<i>Spinte attive in condizioni sismiche</i>	<i>26</i>
14.1.5.	<i>Spinte passive in condizioni sismiche</i>	<i>29</i>
14.1.6.	<i>Sovraspinte sismiche per muri non in grado di spostarsi.....</i>	<i>30</i>
14.1.7.	<i>Calcolo allo stato limite di muri.....</i>	<i>31</i>

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 RB SLZ3 00 001

Rev.
A

Foglio
3 di 51

15. VERIFICHE DI RESISTENZA ALLO STATO LIMITE ULTIMO DEGLI SCATOLARI E DEI MURI AD U	33
15.1. SEZIONE TIPICA DEL MANUFATTO SCATOLARE DEL SOTTOPASSO DELLA LINEA AV/AC	35
15.2. MURI AD U	40
16. BIBLIOGRAFIA	45
17. FIGURE RIASSUNTIVE DEI RISULTATI DELLE INDAGINI.....	46
ALLEGATI AL DOCUMENTO.....	51

1. LISTA GENERALI DEI SIMBOLI

γ	=	Peso dell'unità di volume totale
γ'	=	Peso di volume efficace del terreno
PI	=	Indice di plasticità
ϕ'	=	angolo di attrito interno
ν	=	Rapporto di Poisson
E'	=	Modulo di Young
E_u	=	Modulo non drenato
M	=	Modulo confinato
E_{ed}	=	Modulo edometrico
c_u	=	Resistenza al taglio non drenata
c'	=	Coesione in termini di tensione efficace
F_s	=	Fattore di sicurezza
σ'_p	=	Tensione di preconsolidazione
q_u	=	Capacità portante ammissibile
z	=	Profondità del piano campagna
K_0	=	Coefficiente di spinta a riposo
K_a	=	Coefficiente di spinta attiva
OCR	=	Grado di sovra consolidazione (GSC)
N_{spt}	=	Numero di colpi/30cm (Standard Penetration Test)
CPT	=	Prova penetrometrica statica
CPTU	=	Prova penetrometrica statica con piezocono
q_c	=	Resistenza di punta del penetrometro statico

2. INTRODUZIONE

Nella presente relazione vengono trattati gli aspetti di natura geotecnica riguardanti la realizzazione del sottovia poderale SLZ3. L'opera in oggetto ricade nel comune di Calcinato (BS) ed è ubicata alla pk 110+046,622 della Linea AV Milano-Verona; viene a collocarsi in un'area pressoché pianeggiante (quota del piano campagna variabile nell'intorno delle quote +132÷133 m s.l.m.m.).

La linea ferroviaria AV/AC è in rilevato con quota piano ferro pari a circa +133.84 m s.l.m.m.; le profondità massime di scavo risulteranno dell'ordine di circa 6 m dal p.c. locale interessando terreni fino a quote assolute pari a circa +125.09 m s.l.m.m.. Localmente, in corrispondenza della vasca di sollevamento, lo scavo dovrà approfondirsi di ulteriori 2.45 m circa.

L'opera si compone di un manufatto scatolare (in corrispondenza della linea AV/AC) e di una serie di tratti a cielo aperto ad U ed L.

In accordo con quanto esplicitato nella documentazione facente parte del progetto esecutivo dell'opera, si riportano le dimensioni degli scotolari:

Linea AV/AC:

Esterne:

larghezza della sezione scatolare pari a 6.60 m

altezza: 7.20 m

Interne:

larghezza netta della sezione scatolare pari a 5.00 m

altezza netta: 5.90 m

I muri a U hanno altezze variabili, con un massimo di 7.80 m.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RB SLZ3 00 001Rev.
AFoglio
6 di 51

3. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

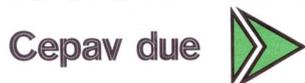
3.1. Indagini integrative campagna geognostica 2018-2019

CODICE											DESCRIZIONE
INOR	11	E	E2	P	5	GE	00	0	0	001	PLANIMETRIA UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-DA KM 105+700 A KM 111+200
INOR	11	E	E2	P	5	GE	00	0	0	002	PLANIMETRIA UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-DA KM 111+200 A KM 115+960
INOR	11	E	E2	P	5	GE	00	0	0	003	PLANIMETRIA UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-DA KM 115+960 A KM 120+450
INOR	11	E	E2	P	5	GE	00	0	0	004	PLANIMETRIA UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-DA KM 120+450 A KM 124+868
INOR	11	E	E2	P	5	GE	00	0	0	005	PLANIMETRIA UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-DA KM 124+868 A KM 129+330
INOR	11	E	E2	P	5	GE	00	0	0	006	PLANIMETRIA UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-DA KM 129+330 A KM 133+856
INOR	11	E	E2	P	5	GE	00	0	0	007	PLANIMETRIA UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-DA KM 133+956 A KM 138+837
INOR	11	E	E2	P	5	GE	00	0	0	008	PLANIMETRIA UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-DA KM 139+300 A KM 144+251
INOR	11	E	E2	P	5	GE	00	0	0	009	PLANIMETRIA UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-DA KM 146+059 A KM 150+780
INOR	11	E	E2	R	O	GE	00	0	0	001	INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE 2018-RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

3.2. Elaborati progettuali di PE

CODICE											DESCRIZIONE
INOR	12	E	E2	R	O	SL	Z3	0	0	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - RELAZIONE TECNICA GENERALE
INOR	12	E	E2	R	O	SL	Z3	0	0	002	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - RELAZIONE DI CONFRONTO PD/PE
INOR	12	E	E2	R	B	SL	Z3	0	0	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - RELAZIONE GEOTECNICA
INOR	12	E	E2	F	6	SL	Z3	0	0	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - PROFILO GEOTECNICO
INOR	12	E	E2	P	7	SL	Z3	0	0	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - PLANIMETRIA STATO DI FATTO
INOR	12	E	E2	P	8	SL	Z3	0	0	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - PLANIMETRIA DI PROGETTO
INOR	12	E	E2	P	8	SL	Z3	0	0	002	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - PLANIMETRIA DI TRACCIAMENTO
INOR	12	E	E2	P	8	SL	Z3	0	9	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - PLANIMETRIA SEGNALETICA E BARRIERE DI SICUREZZA
INOR	12	E	E2	F	7	SL	Z3	0	0	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - PROFILO LONGITUDINALE
INOR	12	E	E2	P	9	SL	Z3	0	6	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - PLANIMETRIA DI DRENAGGIO ACQUE DI PIATTAFORMA
INOR	12	E	E2	R	I	SL	Z3	0	6	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - RELAZIONE IDRAULICA
INOR	12	E	E2	W	Z	SL	Z3	0	0	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - SEZIONI TIPO
INOR	12	E	E2	W	9	SL	Z3	0	0	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - SEZIONI TRASVERSALI - TAV. 1
INOR	12	E	E2	W	9	SL	Z3	0	0	002	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - SEZIONI TRASVERSALI - TAV. 2
INOR	12	E	E2	W	9	SL	Z3	0	0	003	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - SEZIONI TRASVERSALI - TAV. 3
INOR	12	E	E2	W	9	SL	Z3	0	0	004	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - SEZIONI TRASVERSALI - TAV. 4
INOR	12	E	E2	W	9	SL	Z3	0	0	005	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - SEZIONI TRASVERSALI - TAV. 5
INOR	12	E	E2	B	A	SL	Z3	0	0	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - CARPENTERIA - PIANTA TRACCIAMENTO
INOR	12	E	E2	B	B	SL	Z3	0	0	006	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - CARPENTERIA - SEZIONI LONGITUDINALI SUI CIGLI

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RB SLZ3 00 001Rev.
AFoglio
7 di 51

CODICE										DESCRIZIONE	
INOR	12	E	E2	B	B	SL	Z3	0	0	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - CARPENTERIA - PIANTA E SEZIONE LONGITUDINALE IN ASSE - TAV. 1
INOR	12	E	E2	B	B	SL	Z3	0	0	002	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - CARPENTERIA - PIANTA E SEZIONE LONGITUDINALE IN ASSE - TAV. 2
INOR	12	E	E2	B	B	SL	Z3	0	0	003	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - CARPENTERIA - PIANTA E SEZIONE LONGITUDINALE IN ASSE - TAV. 3
INOR	12	E	E2	B	B	SL	Z3	0	0	004	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - CARPENTERIA - SEZIONI TRASVERSALI - TAV.1
INOR	12	E	E2	B	B	SL	Z3	0	0	005	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - CARPENTERIA - SEZIONI TRASVERSALI - TAV.2
INOR	12	E	E2	B	B	SL	Z3	C	0	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - CARPENTERIA - VASCA DI SOLLEVAMENTO ACQUE
INOR	12	E	E2	B	C	SL	Z3	0	9	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - CARPENTERIA - PARTICOLARE GIUNTI
INOR	12	E	E2	B	Z	SL	Z3	0	9	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - CARPENTERIA - PIANTA MONTANTI PARAPETTI E BARRIERE ANTIRUMORE SOTTOVIA
INOR	12	E	E2	B	Z	SL	Z3	0	9	002	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - PARTICOLARI COSTRUTTIVI BOTOLE DI CHIUSURA
INOR	12	E	E2	P	Z	SL	Z3	0	1	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - SCAVI - PIANTA E SEZIONI
INOR	12	E	E2	B	Z	SL	Z3	A	0	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - ARMATURA - SOTTOVIA SOTTO LINEA AV/AC
INOR	12	E	E2	B	B	SL	Z3	C	0	002	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - ARMATURA - MURI AD "U" - CONCI 1 - 2
INOR	12	E	E2	B	B	SL	Z3	C	0	003	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - ARMATURA - MURI AD "U" - CONCI 3 - 4
INOR	12	E	E2	B	B	SL	Z3	C	0	004	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - ARMATURA - MURI AD "U" - CONCI 5 - 6
INOR	12	E	E2	B	B	SL	Z3	C	0	005	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - ARMATURA - MURI AD "U" - CONCIO 7 - 8
INOR	12	E	E2	B	B	SL	Z3	C	0	006	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - ARMATURA - MURI AD "U" - CONCI 9 - 11
INOR	12	E	E2	B	B	SL	Z3	C	0	007	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - ARMATURA - MURI AD "U" - CONCI 12 - 13
INOR	12	E	E2	B	B	SL	Z3	C	0	008	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - ARMATURA - MURI AD "U" - CONCI 14 - 15
INOR	12	E	E2	B	B	SL	Z3	C	0	009	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - ARMATURA - MURI AD "U" - CONCIO 16
INOR	12	E	E2	B	Z	SL	Z3	C	0	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - ARMATURA - VASCA DI SOLLEVAMENTO
INOR	12	E	E2	C	L	SL	Z3	A	0	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA AV/AC
INOR	12	E	E2	C	L	SL	Z3	A	0	002	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - ALLEGATO ALLA RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOVIA AV/AC - TABULATI DI CALCOLO
INOR	12	E	E2	C	L	SL	Z3	C	0	001	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - RELAZIONE DI CALCOLO MURI
INOR	12	E	E2	C	L	SL	Z3	C	0	002	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI SOLLEVAMENTO
INOR	12	E	E2	C	L	SL	Z3	C	0	003	SLZ3 - SOTTOPASSO PODERALE PK 110+046,622 - ALLEGATO ALLA RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI SOLLEVAMENTO - TABULATI DI CALCOLO

4. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- UNI EN 1998-5:2005 (Eurocodice 8): “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;

5. **INDAGINI ESEGUITE**

I sondaggi e i pozzetti ubicati nei pressi dell’opera in esame e presi in considerazione per la caratterizzazione geotecnica del sito sono riportati nella Tabella 5-1.

Si sono considerate tutte le campagne geognostiche disponibili dal 1992:

- AS---- → Campagna di indagine CEPAVDue 1992-1994
- XA202---- → Campagna di indagine Italferr 2001-2002
- - S-- → Campagna di indagine Italferr 2001-2002
- -SN--- → Campagna di indagine CEPAVDue 2004
- -PZ--- → Campagna di indagine CEPAVDue 2004
- WBS_--- → Campagna di indagine CEPAVDue 2018

Nel corso dei sondaggi sono state effettuate prove penetrometriche SPT e prelevati campioni rimaneggiati.

Nella Tabella 5-1 si riporta uno stralcio planimetrico dell’opera con indicazione approssimativa della posizione dei sondaggi considerati.

Tabella 5-1

Sondaggio, pozzetto	Anno campagna d’indagine	Posizione	Quota bocca foro (m s.l.m.m.)	Lunghezza (m)	Piezometro installato TA=Tubo Aperto C=Casagrande
3SN055	2004	110+181.12	+132.86	40	-
3SS054	2004	110+001.29	+130.70	30	-
3SS056	2004	110+174.88	+131.99	30	TA

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 RB SLZ3 00 001

Rev.
A

Foglio
9 di 51

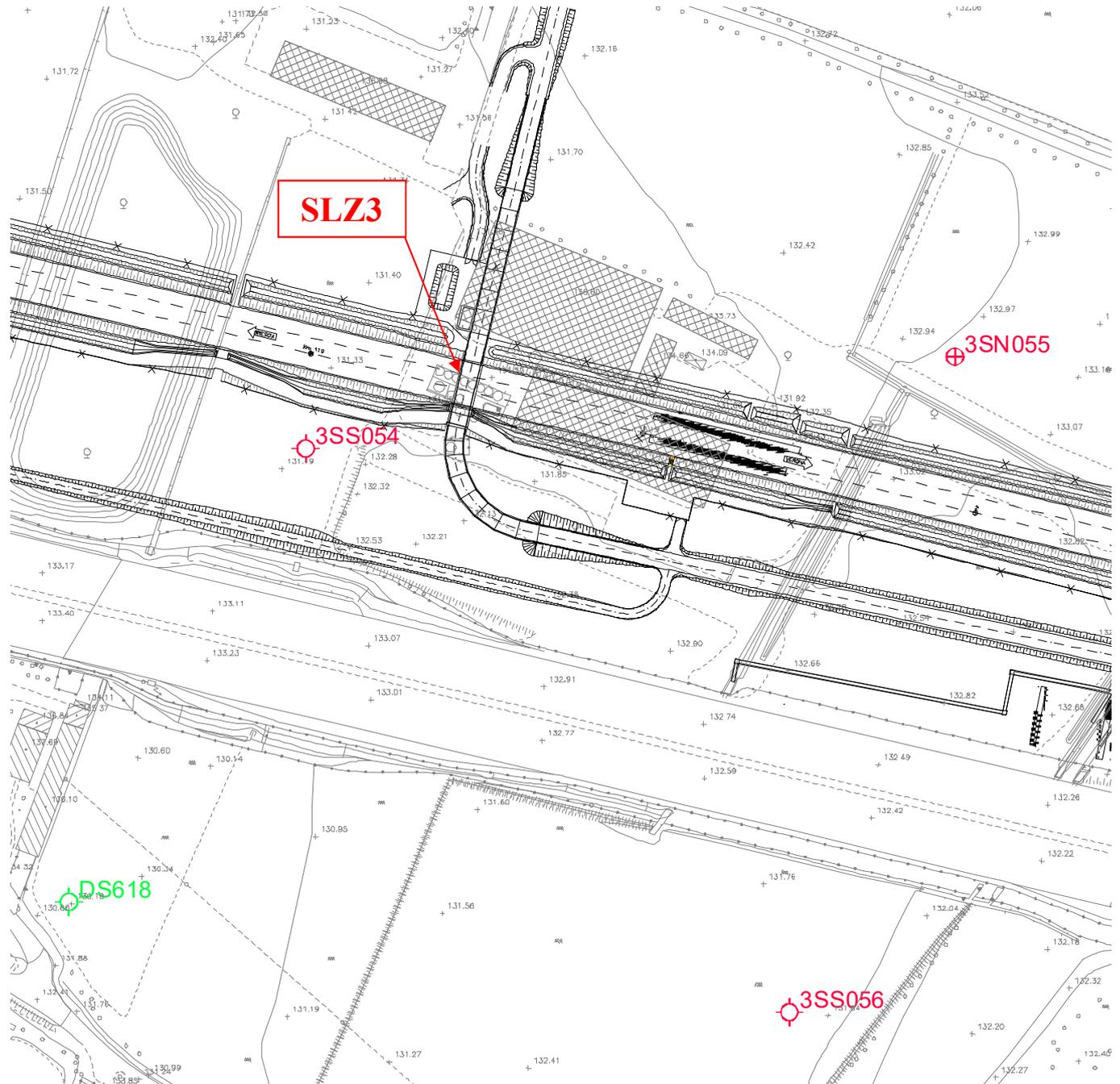


Figura 5-1 Stralcio planimetrico con sondaggi

6. DESCRIZIONE STRATIGRAFICA

Le stratigrafie dei sondaggi presi in considerazione mostrano, per gli orizzonti d'interesse ai fini della costruzione dell'opera in oggetto, una prevalenza di ghiaia e sabbia in diverse frazioni percentuali con presenza locale di componente limosa.

Lo spessore dello strato vegetale superficiale è dell'ordine di circa 0.5 m di profondità da p.c..

7. CONDIZIONI DELLA FALDA

Ai presenti fini si prendono a riferimento le letture relative al piezometro 3SS056 in corrispondenza del quale la massima quota riscontrata è pari a +105.6 m slmm.

In accordo a quanto riportato nella Relazione Geotecnica Generale, la quota della falda di progetto, per i sottovia, è assunta pari a quella massima misurata maggiorata di 0.50 m mentre, ai fini del calcolo delle OOPP, viene assunta di 1m inferiore rispetto a quella di progetto.

Pertanto, si assumono pertanto i seguenti valori:

- quota falda di progetto in fase di esercizio: +106.1 m
- quota falda di progetto in fase di costruzione (di cantiere): +105.1 m

Alla luce delle quote di scavo, la falda non interferisce con l'opera, né in fase di cantiere né in esercizio.

8. STRATIGRAFIA DI PROGETTO

Sulla base della descrizione stratigrafica riportata nel Capitolo 6 si assume la stratigrafia di progetto riportata nella Tabella 8-1.

Tabella 8-1

Strato	Profondità da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione	NSPT (colpi/30cm)
1	0.0	~0.5	Terreno vegetale/agrario	-
2	~0.5	40	Ghiaia / Sabbia con locale presenza di frazioni limose	>60

Le fondazioni dovranno essere impostate sulla formazione corrispondente allo strato 2.

La stratigrafia è rappresentata nel profilo geotecnico citato tra i riferimenti.

9. PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Risultando i terreni in esame prevalentemente a grana grossa le caratteristiche geotecniche dei terreni sono valutate sulla base dell'interpretazione dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT e delle analisi granulometriche effettuate sui campioni.

Le figure riportate nel cap. 17 di questo documento mostrano con evidenza l'andamento dei parametri significativo con la profondità.

I parametri geotecnici caratteristici da introdurre nelle analisi di dimensionamento e verifica, secondo quanto riportato nei documenti relativi ai criteri di calcolo delle varie opere, sono riassunti nella Tabella 9-1.

Tabella 9-1

Parametri	Strato 2
γ (kN/m ³)	19.0
$e_{\max} - e_{\min}$	0.3-0.35
D_r (%)	>60
ϕ_p (°) ⁽¹⁾	38
$\phi_{\text{operativo}}$ (°) ⁽²⁾	36
ϕ_{cv} (°) ⁽³⁾	35
K_o	0.5
GSC	>1 in superficie
V_s (m/s) ⁽⁴⁾	300÷550
G_0 (kPa) ⁽⁵⁾	100'000÷600'000 interpolabile da un'espressione del tipo: $300'000 \cdot (p'/100)$ con p' = pressione litostatica efficace media

Simbologia:

- γ = Peso di volume;
- D_r = Densità relativa;
- ϕ_p = Angolo di attrito di picco;
- $\phi_{\text{operativo}}$ = Angolo di attrito operativo;
- ϕ_{cv} = Angolo di attrito a volume costante;

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 RB SLZ3 00 001	Rev. A	Foglio 12 di 51
---------	------------------	-------------	---	-----------	--------------------

k_o = Coefficiente di spinta del terreno a riposo;

GSC = Grado di sovraconsolidazione meccanico;

v_s = Velocità delle onde S;

G_0 = Modulo di taglio a piccole deformazioni.

Note:

- (1) = Parametro significativo solo per la caratterizzazione del terreno;
- (2) = Per la valutazione delle spinte delle terre sulle opere di sostegno e per le verifiche di stabilità globale
- (3) = Per le verifiche allo scorrimento e quelle di capacità portante delle fondazioni dirette effettuate con i metodi descritti nei capitoli successivi.
- (4) = La velocità delle onde S è determinata in base ai valori N_{SPT} (Ohta & Goto N. (1978), con $f_a=1.3$ $f_g=1.45$).
- (5) = In prima approssimazione, i moduli elastici operativi da utilizzare nel calcolo delle opere con metodi lineari, che ricorrono alla teoria dell'elasticità, sono:
 - $G = 1/10 \cdot G_0$, con G_0 valutato assumendo $k = k_o \rightarrow$ rilevati
 - $G = (1/5 \div 1/3) \cdot G_0$, con G_0 valutato assumendo $k = k_o \rightarrow$ fondazioni dirette e opere di sostegno.
 - $G = 1/3 \cdot G_0$, con G_0 valutato assumendo $k = k_o \rightarrow$ nella valutazione dei cedimenti verticali dello scatolare (con approfondimento maggiore a 3÷4m) tenendo conto del fatto che le fondazioni del manufatto di attraversamento lavoreranno in regime di ricarico.

Nella determinazione di parametri sopra riportati, si è operato come segue:

Orizzonti granulari

D_r è stimata da N_{spt} , secondo quanto suggerito da Cubrinowski &, Ishihara K. (1999):

$$D_r = \sqrt{\frac{N_1 \cdot (e_{max} - e_{min})^{1.7}}{9}} \quad \text{con} \quad N_1 = N_{SPT} \sqrt{\frac{98kPa}{\sigma_v}} \times \left(\frac{60\%}{78\%} \right) \quad \text{e con } (e_{max} - e_{min}) \text{ stimato dalla}$$

seguinte Figura 9-1, sempre tratta dal citato riferimento.

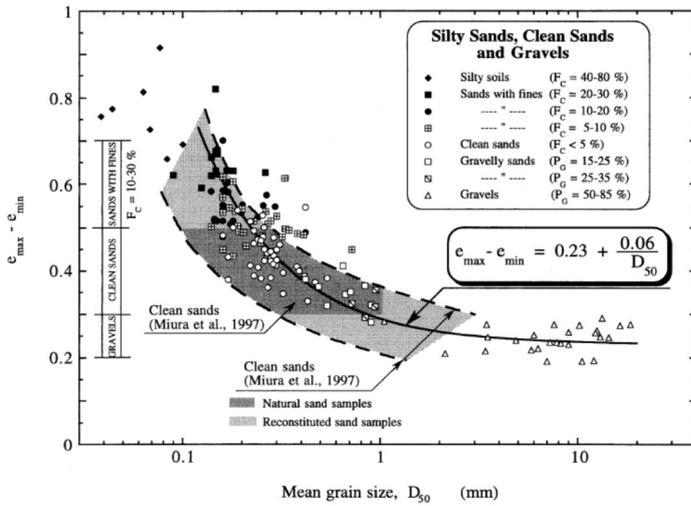


Table 2. Typical values of the void ratio range for silty sands, clean sands and gravels

Soil type	F_c (%)	P_G (%)	$e_{max} - e_{min}$
Silty soils	40-80	<5	>0.70
Silty sands	20-30	<5	0.60-0.70
"	10-20	<5	0.50-0.60
"	5-10	<5	0.45-0.55
Clean sands	<5	<5	0.30-0.50
Gravelly sands	<10	15-35	0.30-0.40
Gravels	<5	50-85	0.20-0.30

Fines: $D < 0.075$ mm; Gravel: $D \geq 2.0$ mm.

Figura 9-1

L'angolo d'attrito di picco è quindi valutato, in accordo con Bolton (1986), come

$$\phi_P = \phi_{CV} + \Delta\phi$$

Con $\Delta\phi$ valutato dalla Figura 9-2.

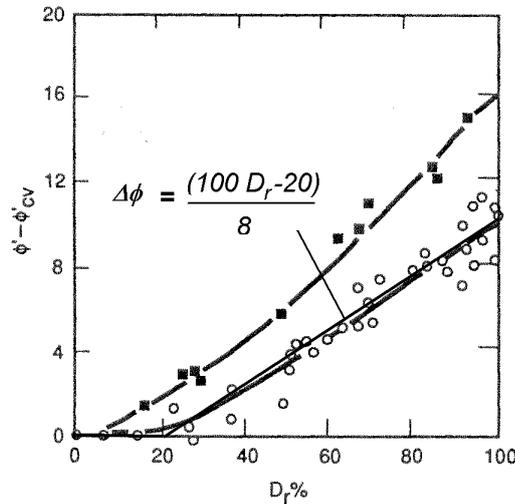


Figura 9-2: modificata da Fleming et al (1992)

Dimensionamento delle opere scatolari – Esercizio

Per quanto riguarda la definizione delle spinte del terreno sui piedritti dei manufatti si potrà far riferimento ai seguenti parametri geotecnici:

- Peso di volume
- Angolo di resistenza al taglio

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3.$$

$\phi' = 35^\circ$ se in presenza di terreno di riporto, in volume significativo, ben compattato

Avvertenza:

In accordo con quanto richiesto dalla Normativa Italiana agli SLU, tutti i valori dei parametri di resistenza sopra indicati sono da intendersi come valori caratteristici. Pertanto, ai fini delle verifiche nei confronti degli stati limite di collasso di volta in volta rilevanti (EQU, STRU, GEO HYDR), a tali valori caratteristici vanno applicati gli opportuni fattori di sicurezza parziali da selezionare a seconda della combinazione (approccio di progetto) selezionato. Ad esempio, ove si consideri la verifica a capacità portante (GEO) si dovrà di regola considerare la combinazione A2+M2+R2: nel caso in cui si caratterizzi la resistenza tramite l'angolo d'attrito, il valore di progetto (design) di questo parametro dovrà essere determinato applicando un coefficiente di sicurezza parziale 1.25 sulla tangente dell'angolo d'attrito caratteristico: ossia

$$\phi_d' = \arctan (\tan (\phi_k') / 1.25)$$

10. PROBLEMATICHE LEGATE AL SISMA**10.1. DEFINIZIONE DEL SISMA DI PROGETTO**

Per la definizione dell'azione sismica, occorre definire il periodo di riferimento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato.

La vita nominale (V_N) dell'opera è stata assunta pari a 100 anni. La classe d'uso assunta è la III.

Il periodo di riferimento (V_R) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso vale:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 150 \text{ anni}$$

I valori di probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente è:

$$P_{VR}(SLV) = 10\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R espresso in anni, vale:

$$T_R(SLV) = -V_R / \ln (1 - P_{VR}) = 1424 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma, è possibile definire i parametri che caratterizzano il sisma.

Comune di Calcinato (BS)		
a_g	accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;	0.230 g
F_0	valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale	2.476
T^*_c	periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale	0.281 s
S_s	coefficiente di amplificazione stratigrafica Cat B	1.173
S_T	coefficiente di amplificazione topografica	1.000

Per la definizione della categoria di sottosuolo si è fatto particolare riferimento ai risultati ottenuti dalle prove SPT, dalle quali si ottengono valori di $N_{SPT,30} > 50$, a cui è associata la **categoria B** “*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $N_{SPT,30} > 50$* ”, come definito nella normativa NTC2008.

L' accelerazione massima risulta quindi:

$$a_{max}(SLV) = 1.173 \times 0.230g = 0.270 g$$

10.2. VALUTAZIONE DELLA MAGNITUDO

Al fine della valutazione della stabilità del sito in condizioni sismiche, oltre alla massima accelerazione, occorre stimare la Magnitudo attesa.

A questo proposito, è possibile riferirsi ai dati predisposti dall'INGV, (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>) che costituiscono la base sulla quale sono state definite i livelli di sismicità recepiti dalla legge.

A questo riguardo, per il sito in esame (Figura 10-1) nella Figura 10-2 sono rappresentati in forma grafica i contributi specifici di Magnitudo-distanza alla pericolosità sismica con $T_R = 2475$ anni.

Poiché tale periodo di ritorno è maggiore di quello associato allo stato limite considerato nel progetto (SLV, $T_R=1424$ anni) i valori di Magnitudo qui indicati sono coerenti con i valori di a_{max} .

Prevalgono contributi di terremoti caratterizzati da Magnitudo comprese tra 4.5 e 5.0, valori che possono essere adottati nelle verifiche di stabilità del sito.

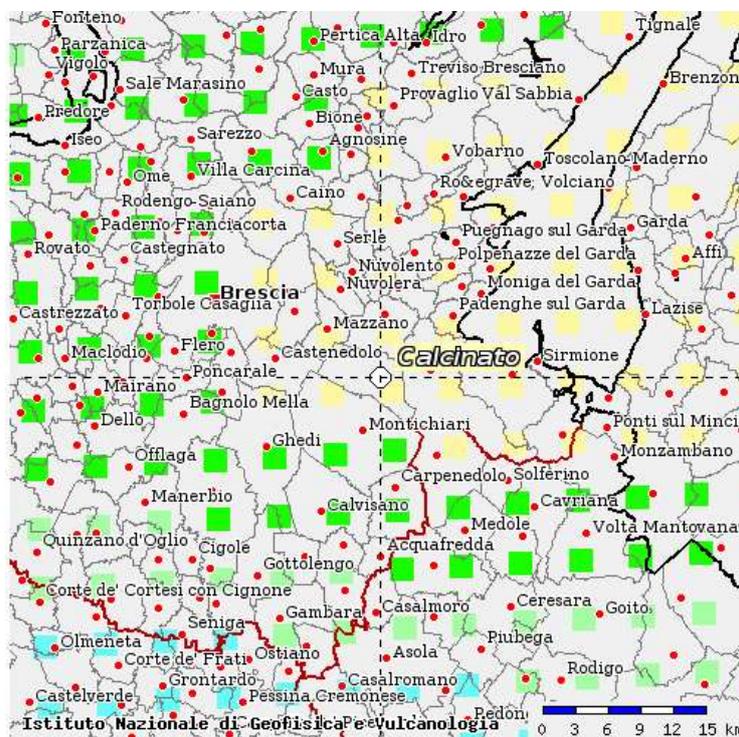


Figura 10-1: estratto mappa sismica INGV (Comune di Calcinato)

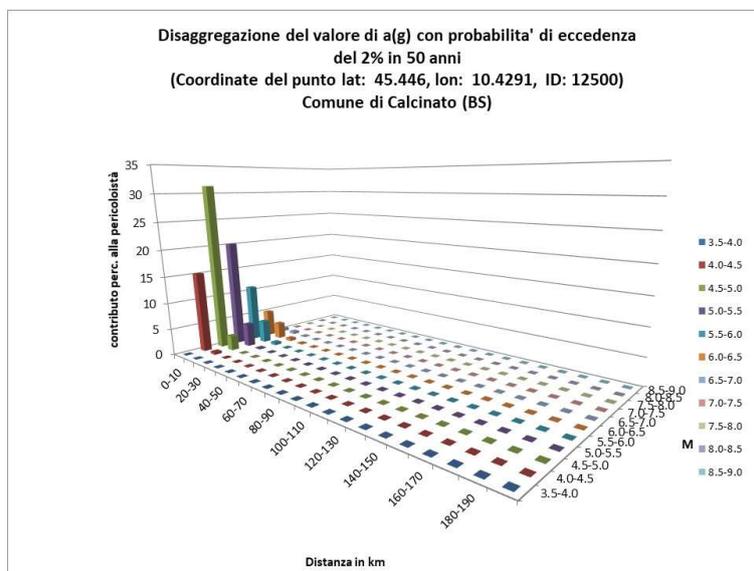


Figura 10-2: Contributi specifici magnitudo-distanza alla pericolosità sismica (Comune di Calcinato)

10.3. STABILITÀ DEL SITO IN CONDIZIONI SISMICHE

Le misurazioni della profondità della falda evidenziano soggiacenze inferiori a 15 m da piano campagna. Tuttavia, le Magnitudo attese sono inferiori a 5, pertanto la verifica a liquefazione potrà essere omessa, in accordo al punto 7.1.3.4.2 di NTC08.

11. SOLUZIONI PROGETTUALI

Per il manufatto di attraversamento si prevedono fondazioni di tipo diretto; in ogni caso, le fondazioni dei manufatti dovranno essere impostate sullo strato 2.

Alla luce delle profondità di scavo previste non si attendono interferenze con la falda.

Piani di posa stradali

In relazione alle caratteristiche granulometriche dei materiali degli strati più superficiali per quanto riguarda il piano di posa delle trincee è previsto uno scotico di 0.5 m, ma comunque di una profondità tale da garantire la totale asportazione del terreno vegetale/agricolo.

Rinterri

Scatolari sottobinario o sotto rilevato stradale

Il riempimento a tergo degli scatolari sia effettuato con materiale selezionato appartenente ai gruppi A1-a o A1-b.

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della densità secca AASHTO.

Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 200 kg/cm² su ogni strato finito

Muri a U o muri di sostegno

Si ipotizza di regola il ricorso a materiale proveniente dagli scavi purché ascrivibile ai gruppi A1, A2-4 A3. Nel caso di rinterri in presenza di falda superficiale si raccomanda di limitare la frazione fine (passante allo staccio 0.075) a non più del 15%.

La posa in opera dovrà comunque essere fatta con le modalità sopra esposte, tenendo presente che, nel caso di materiale appartenente al gruppo A2-4, la posa a compattazione dovrà essere effettuata per strati successivi di spessore non superiore a 30 cm.

12. CRITERI DI CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE

La verifica nei confronti dello SLU-GEO è condotta seguendo l'approccio 1, combinazione 2, ossia A2+M2+R2. Nel complesso occorre che sia verificata la seguente condizione:

$$E_d \leq R_d$$

nella quale:

- E_d rappresenta la generica azione (o effetto dell'azione) di progetto derivante da una opportuna combinazione delle azioni base, combinate secondo coefficienti parziali (A2);
- R_d è la corrispondente resistenza di progetto o di calcolo, derivante dall'applicare opportuni coefficienti di sicurezza parziali ai parametri geotecnici caratteristici (M2) ed alle resistenze (R2).

Le NTC2008 definiscono il complesso di tali coefficienti.

Si adotta la formula di Brinch-Hansen specializzata al caso terreni granulari, per fondazioni per le quali le azioni orizzontali H ed i momenti M agiscono, insieme con le azioni verticali V , prevalentemente nel piano trasversale, ossia nella direzione parallela al lato minore B (vedere Figura 12-1).

Le formule che permettono di calcolare i vari coefficienti che concorrono alla capacità portante possono essere espresse dalle seguenti relazioni

$$q_{u,d} = \frac{\left(q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot z_q + \frac{1}{2} \cdot B_{eff} \cdot \bar{\gamma} \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot z_\gamma \right)}{\gamma_R = 1.8 \quad (A2 + M2 + R2) \text{ appr } 1 \text{ c2}}$$

dove

$\bar{\gamma}$ = peso specifico medio del terreno (nella parte coinvolta dal meccanismo di rottura).

B_{eff} = larghezza efficace minore della fondazione ($B - 2e$), con $e=M/N$.

q = sovraccarico ai lati (permanente) posto pari al peso efficace del terreno ai lati (nel caso di terreno in falda, va preso il sovraccarico efficace)

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan(\phi)} \cdot \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\phi)$$

$$s_q = 1 + \frac{B_{eff}}{L} \cdot \sin(\phi)$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B_{eff}}{L}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan(\phi) \cdot (1 - \sin(\phi))^2 \cdot \begin{cases} D/B_{eff} & \text{se } D/B_{eff} < 1 \\ \tan^{-1}(D/B_{eff}) & \text{se } D/B_{eff} \geq 1 \end{cases}$$

$$d_\gamma = 1$$

$$i_q = \left[1 - \left(\frac{0.5 \cdot H}{V} \right) \right]^5$$

$$i_\gamma = \left[1 - \left(\frac{0.7 \cdot H}{V} \right) \right]^5$$

$$g_q = 1$$

$$g_\gamma = 1$$

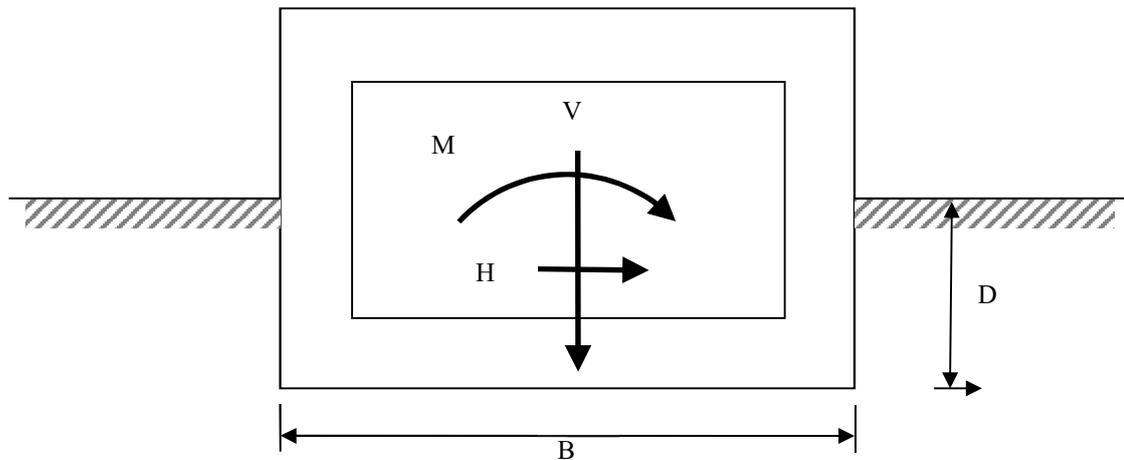


Figura 12-1

I coefficienti z_q e z_γ tengono conto dell'accelerazione sismica nell'ammasso di terreno coinvolto dal meccanismo di rottura. Si possono adottare, a tale proposito, i valori suggeriti da Paolucci & Pecker (1997) tramite la seguente espressione analitica:

$$z_q = z_\gamma = \left(1 - \frac{k_h}{\tan(\phi)}\right)^{0.35}$$

con k_h = coefficiente d'intensità sismica prescelto, da assumersi pari al valore $a_{max}(SLV)$.

In tutte queste relazioni, l'angolo d'attrito è da intendersi come l'angolo d'attrito di progetto ϕ_d' . ossia:

$$\phi_d' = \arctan(\tan(\phi_k')/1.25)$$

Le verifiche estese, tenendo conto anche del contributo del terreno di rinfianco sono espone nel cap 15.

13. STIMA DEI CEDIMENTI ATTESI E DELLE COSTANTI DI SOTTOFONDO

In rapporto alla configurazione geometrica dell'opera ed alla luce della successione stratigrafica e dell'entità di carichi attesi, si ritiene opportuno limitarsi a valutazioni basate, in questo caso, sul metodo di Burland & Burbridge (1985).

Il metodo di Burland & Burbridge (1985), applicabile sia a depositi normalmente consolidati che a depositi sovraconsolidati, è riconducibile all'applicazione delle seguenti espressioni:

$$s_{tf} = f_s \cdot f_h \cdot f_t \cdot \left[\sigma'_{vmax} \cdot B^{0.7} \cdot \frac{l_c}{3} + (q' - \sigma'_{vmax}) \cdot B^{0.7} \cdot l_c \right] \quad \text{per } q' > \sigma'_{vmax}$$

$$s_{tf} = f_s \cdot f_h \cdot f_t \cdot \left[q' \cdot B^{0.7} \cdot \frac{l_c}{3} \right] \quad \text{per } q' \leq \sigma'_{vmax}$$

essendo:

s_{tf} = cedimento in mm

q' = N/A = pressione efficace esercitata sul terreno dalla fondazione in kPa

A = area di impronta della fondazione in m²

σ'_{vmax} = pressione verticale efficace massima subita dal terreno in passato alla quota di imposta della fondazione in kPa

B = dimensione minore della fondazione in m

l_c = $(1.1 \div 2.5) \cdot N_{SPT}^{-1.4}$ = indice di compressibilità

N_{SPT} = valore N_{SPT} medio su un tratto di spessore z_I al di sotto della fondazione, corretto nel caso dei terreni sabbioso-limosi sotto falda o dei terreni sabbioso-ghiaiosi in accordo a quanto riportato nel seguito

$$f_s = \left(\frac{1.25 \cdot \frac{L}{B}}{\frac{L}{B} + 0.25} \right)^2 = \text{coefficiente di forma}$$

$$f_h = \frac{H}{z_I} \cdot \left(2 - \frac{H}{z_I} \right) = \text{coefficiente per presenza di uno strato incompressibile alla profondità } H < z_I \text{ dal piano}$$

di imposta della fondazione

$$f_t = \left[1 + R_3 + R \cdot \log\left(\frac{t}{3}\right) \right] = \text{coefficiente per tenere conto dei cedimenti differiti nel tempo ("creep")}$$

t = tempo a partire dall'applicazione del carico (> 3 anni) espresso in anni

R_3 = costante pari a 0.3 nel caso di carichi statici e a 0.7 nel caso di carichi ciclici

R = costante pari a 0.2 nel caso di carichi statici e pari a 0.8 nel caso di carichi ciclici

z_I = profondità significativa espressa in m, valutabile come segue:

se i valori N_{SPT} sono crescenti o costanti con la profondità

se i valori N_{SPT} decrescono con la profondità, z_I è pari a 2·B.

Per i sottopassi scatolari ci si riferisce ad una dimensione media; si stima un carico sulle fondazioni pari a circa 131 kPa in corrispondenza della linea AV/AC, in accordo ai carichi riportati al paragrafo 15.

TITOLO:

SLZ3

CALCOLO CEDIMENTI - Metodo Burland & Burbidge

Il metodo di Burland & Burbidge (1985) è riconducibile all'applicazione delle seguenti espressioni:

$$s_{ff} = f_s \cdot f_h \cdot f_t \cdot \left[\sigma'_{vmax} \cdot B^{0.7} \cdot \frac{l_c}{3} + (q' - \sigma'_{vmax}) \cdot B^{0.7} \cdot l_c \right] \quad \text{per } q' > \sigma'_{vmax}$$

$$s_{ff} = f_s \cdot f_h \cdot f_t \cdot \left[q' \cdot B^{0.7} \cdot \frac{l_c}{3} \right] \quad \text{per } q' \leq \sigma'_{vmax}$$

stf = cedimento

2 mm

q' = pressione efficace esercitata sul terreno dalla fondazione

131 kPa

σ'vmax = pressione verticale efficace massima subita dal terreno in passato alla quota di imposta della fondazione

108 kPa

B = dimensione minore della fondazione

6.6 m

L = dimensione maggiore della fondazione (AV/AC + ITC)

19.9 m

lc = indice di compressibilità

0.01

NSPTcalcolo = valore NSPT di calcolo già corretto

60 Colpi NSPT

t = tempo a partire dall'applicazione del carico (> 3 anni) espresso in anni

20 anni

z1 = profondità significativa

4.28 m

$$f_s = \frac{\left(\frac{1.25 \cdot L}{B} \right)^2}{\frac{L}{B} + 0.25} = \text{coefficiente di forma}$$

fs 1.33

$$f_h = \frac{H}{z_I} \cdot \left(2 - \frac{H}{z_I} \right) = \text{coefficiente che tiene conto della presenza di uno strato incompressibile alla profondità}$$

H < z₁ dal piano di imposta della fondazione

$$f_t = \left[1 + R_3 + R \cdot \log \left(\frac{t}{3} \right) \right] = \text{coefficiente per tenere conto dei cedimenti differiti nel tempo ("creep")}$$

fh 1.00

ft 1.46

Nel caso di terreni sabbioso-limosi sotto falda e nel caso di terreni sabbioso-ghiaiosi i valori misurati di N_{SPT} da utilizzare nel calcolo risultano corretti come segue:

1. Terreni sabbioso-limosi con N_{SPT} < 15 colpi/30 cm

$$(N_{SPT})_{calcolo} = 15 + 0.5 \cdot (N_{SPT} - 15)$$

2. Terreni sabbioso-ghiaiosi

$$(N_{SPT})_{calcolo} = 1.25 \cdot N_{SPT}$$

Si farà inoltre riferimento ai suggerimenti proposti da Viggiani (1999) ed espressi nel grafico nella figura seguente, da utilizzare per stimare il rapporto w/q tra il cedimento atteso e la pressione sul piano di posa delle fondazioni, al variare della larghezza B della fondazione nastriforme.

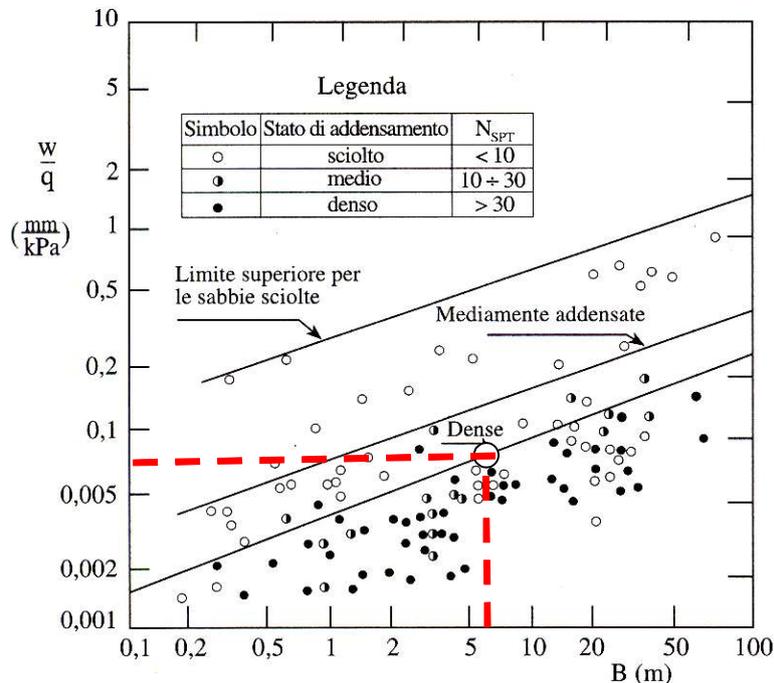


Figura 13-1 Cedimenti osservati per fondazioni su sabbie di vario addensamento (Burland et al. 1977)
(figura tratta da Viggiani (1998))

Per una larghezza equivalente di lato pari a circa 6.6 m, si stima, in questo caso $w/q \cong 0.05$ [mm/kPa].

Con riferimento ad una pressione media dell'ordine di 131 kPa in corrispondenza di AV/AC, il cedimento medio stimato, in questo caso, sarà pari a:

$$w = (131 \text{ kPa}) \cdot (0.05 \text{ mm/kPa}) \cong 7 \text{ mm}$$

In conclusione, il cedimento atteso si attesta attorno a 2-7 millimetri, con un valore medio dell'ordine di 5 mm. Tale valore è da ritenersi accettabile.

Per la stima della costante di sottofondo (costante di Winkler) da introdurre nei calcoli strutturali, si può ancora fare riferimento alle indicazioni sopra ricordate, dalle quali si ottiene

$$K_v = (w/q)^{-1} = (0.05 \cdot 10^{-3})^{-1} \sim 20000 \text{ kPa/m}$$

Si osserva che tale valore, di fatto convenzionale e mirato essenzialmente alla valutazione di una costante d'interazione di sottofondo trasversale, non tiene conto del cedimento complessivo subito dall'opera in quanto interferente con i rilevati. Pertanto, ai fini del calcolo della platea del manufatto, si ritiene tuttavia opportuno adottare anche un valore decisamente minore, dell'ordine di 5000 kN/m³, considerando di volta in volta l'ipotesi più gravosa a seconda del tipo di azione interna da valutare: ad esempio, ove si voglia massimizzare i momenti flettenti in campata fra i punti di scarico delle azioni verticali, si dovrà includere nel calcolo il limite inferiore della costante di Winkler.

14. CALCOLO DELLE SPINTE SUI MURI

14.1. Criteri generali

In generale occorre considerare, di volta in volta, le spinte più appropriate a seconda della deformabilità della parete.

Nel caso di muri per i quali si possano accettare significative deformazioni, è possibile assumere, sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche, un regime di spinte attive. Altrimenti è in genere necessario assumere condizioni di spinta a riposo.

In presenza di sisma, è consentito l'approccio pseudo-statico, secondo il quale il complesso muro + terreno mobilitato è pensato soggetto ad un'accelerazione sismica uniforme avente le seguenti componenti

$$\text{Orizzontale} = k_h g \qquad \text{Verticale} = k_v g = \pm 0.5 k_h g$$

Come nel caso statico, anche in condizioni sismiche è necessario distinguere tra:

- muri indeformabili;
- muri deformabili;
- muri molto deformabili;

Nella prima classe di muri (**muri indeformabili**) possono essere inclusi i manufatti aventi pareti adeguatamente contrastate, quali, ad esempio, gli scatolari. In questo caso è opportuno adottare spinte sismiche secondo la teoria di Wood (1973), come meglio indicato nel 14.1.6§, assumendo

$$(\text{SLV}) k_h = a_{\max}/g \qquad \text{in questo caso} \qquad k_h = 0.270$$

Nella categoria dei **muri deformabili** si possono includere le pareti sufficientemente deformabili grazie alla loro snellezza ma tuttavia sostanzialmente vincolate, in qualche modo, ad altre strutture, come ad esempio le pareti di manufatti a U. In questo caso potranno essere considerate spinte comprese tra valori a riposo e attive, in ragione della deformabilità. Queste ultime (sismiche attive) saranno valutate assumendo

$$(\text{SLV}) k_h = \beta_m \cdot a_{\max}/g, \text{ con } \beta_m=1 \qquad \text{in questo caso} \qquad k_h = (1) \cdot (0.330) = 0.270$$

Nella categoria dei **muri molto deformabili** per i quali possono essere ipotizzati significativi spostamenti relativi tra muro e terreno, si possono includere, ad esempio, i muri di sostegno fondati su fondazioni dirette. In questo caso si assumeranno certamente spinte attive, da valutarsi, introducendo nel caso sismico un coefficiente β_m in accordo con la Tabella 7.11.II di NTC2008.

$$(\text{SLV}) k_h = \beta_m \cdot a_{\max}/g \quad (\beta_m \text{ da Tab 7.11.II})$$

$$\text{in questo caso } \beta_m = 0.31, \text{ quindi } k_h = (0.31) \cdot (0.270) = 0.0837$$

Seguono ora criteri generali di valutazione delle spinte, applicabili a geometrie ordinarie. Nel caso di geometrie complesse, quali muri di sottoscarpa, caratterizzati da un profilo del rilevato non piano è tuttavia raccomandabile ricorrere a metodi più generali.

14.1.1. Spinte attive in condizioni statiche

Ad una generica profondità z , nel caso di terreno puramente granulare, lo sforzo orizzontale totale $\sigma_A(z)$ sulla parete è dato da:

$$\sigma_A(z) = K_A \cdot [\sigma_v(z) - u(z)] + u(z) \quad (14-1)$$

In cui

$\sigma_v(z)$ = sforzo verticale totale alla generica profondità, ossia il peso della colonna di terreno e di acqua soprastante la quota z .

$u(z)$ = pressione dell'acqua alla generica profondità

Il coefficiente di spinta attiva K_A può, in genere, essere assunto pari a

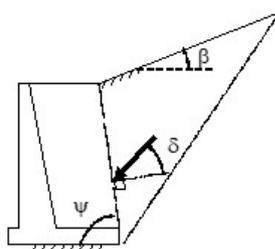
$$K_A = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) \quad (14-2)$$

È possibile, tuttavia, mettere in conto l'angolo d'attrito δ tra terra e muro, assumendo quindi che la spinta sia inclinata, rispetto alla normale alla superficie di contatto tra muro e terreno, di un angolo δ .

In questo caso il coefficiente di spinta attiva può essere valutato con le note formule derivate dalla teoria di Coulomb e sviluppate da Muller-Breslau.

CONDIZIONI DI SPINTA ATTIVA
Teoria di Coulomb

$$K_A = \frac{\sin^2(\psi + \phi)}{\sin^2\psi \sin(\psi - \delta) \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta)\sin(\phi - \beta)}{\sin(\psi - \delta)\sin(\psi + \beta)} \right]^2}$$



(14-3)

Operando nell'ambito del metodo agli stati limite, nelle formule precedenti, va introdotto l'angolo d'attrito di calcolo, cioè $\tan(\phi_d) = \tan(\phi_k) / \gamma_\phi$ se si opera nell'ambito di una combinazione GEO (ad esempio A2+M2+R2).

14.1.2. Spinte passive in condizioni statiche

Analogamente al caso attivo, si può porre

$$\sigma_P(z) = K_P \cdot [\sigma_v(z) - u(z)] + u(z) \quad (14-4)$$

In cui il coefficiente di spinta passiva dipende dall'attrito terra-muro. Si raccomanda di desumere K_P dalla **Figura 14-1**.

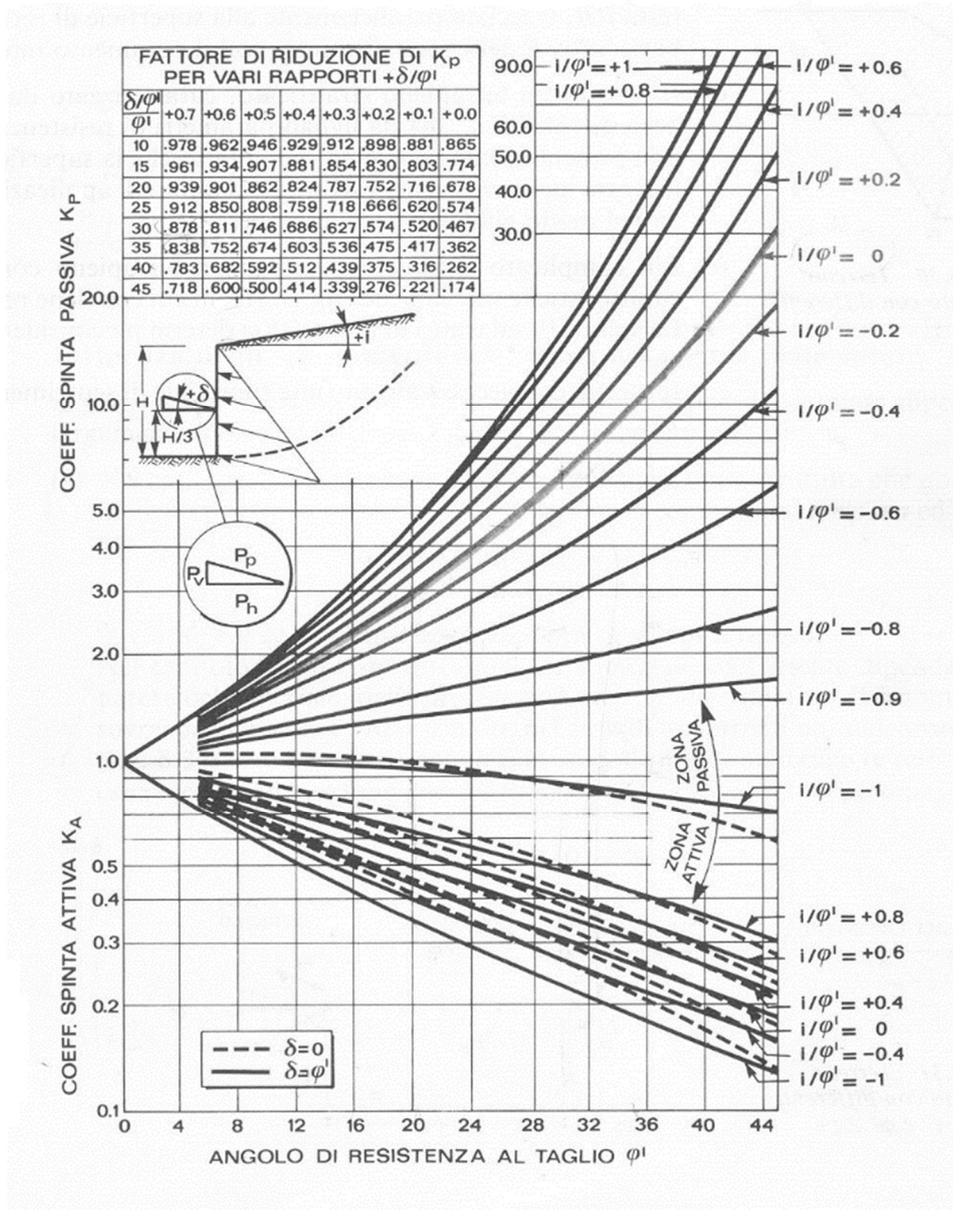


Figura 14-1: abaco per il calcolo di K_A e K_P (condizioni statiche)

14.1.3. Spinte a riposo

Ad una generica profondità z , nel caso di terreno puramente granulare, lo sforzo orizzontale totale $\sigma_0(z)$ sulla parete è dato da:

$$\sigma_0(z) = K_0 \cdot [\sigma_v(z) - u(z)] + u(z) \quad (14-5)$$

In cui, nel caso di piano campagna orizzontale, il coefficiente di spinta a riposo K_0 se non diversamente definito, essere assunto pari a

$$K_0 = (1 - \sin(\phi)) \cdot \sqrt{OCR} \quad (14-6)$$

Con $OCR = GSC =$ grado di sovraconsolidazione.

In questo caso, pur operando secondo un approccio agli SLU, in una combinazione A2+M2+R2, K_0 può essere valutato sempre con riferimento all'angolo d'attrito caratteristico ϕ_k .

14.1.4. Spinte attive in condizioni sismiche

Nell'ambito dell'approccio pseudo-statico, il complesso muro + terreno mobilitato è pensato soggetto ad un'accelerazione sismica uniforme avente le seguenti componenti

Orizzontale = $k_h \cdot g$ Verticale = $k_v \cdot g$

La spinta totale attiva su un paramento di altezza pari ad H è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma^* (1 \pm k_v) K_{A,E} H^2 + E_{ws} + E_{wd} \quad (14-7)$$

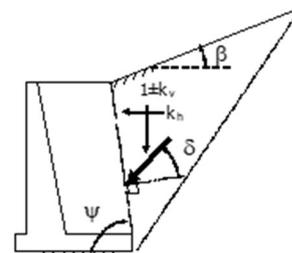
Il primo termine è la spinta attiva dovuta allo scheletro solido, il secondo termine E_{ws} è la risultante delle pressioni idrostatiche ed il terzo E_{wd} è la risultante delle sovrappressioni interstiziali.

I coefficienti di spinta attiva sono dati dalle seguenti espressioni (Mononobe & Okabe, nel seguito M-O):

CONDIZIONI DI SPINTA ATTIVA – Teoria di M-O

$$\beta \leq \phi - \theta: \quad K_{A,E} = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \text{sen}^2 \psi \text{sen}(\psi - \theta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi - \beta - \theta)}{\text{sen}(\psi - \theta - \delta) \text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \phi - \theta: \quad K_{A,E} = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \text{sen}^2 \psi \text{sen}(\psi - \theta - \delta)}$$



(14-8)

Operando nell'ambito del metodo agli stati limite, nelle formule precedenti, va introdotto l'angolo d'attrito di calcolo, cioè $\tan(\phi_d) = \tan(\phi_k) / \gamma_\phi$ se si opera nell'ambito di una combinazione GEO (ad esempio A2+M2+R2).

A seconda della definizione del peso specifico γ^* del cuneo e dell'angolo θ definito come l'angolo, rispetto alla verticale, fra le azioni esterne orizzontali e quelle verticali agenti sul cuneo di spinta di volume V, l'espressione generale può essere utilizzata per tre diverse condizioni nelle quali può trovarsi il rilevato.

Rilevato asciutto

Non c'è alcuna azione dovuta all'acqua: corrisponde alla configurazione originale ipotizzata da M-O. Come peso specifico γ^* si deve assumere il peso secco γ_d ; la forza orizzontale F_h è pari alla

massa del terreno moltiplicata per l'accelerazione orizzontale mentre la forza verticale F_v è il peso del cuneo incrementato o decrementato dall'accelerazione sismica verticale; quindi:

$$\gamma^* = \gamma_d$$

$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

$$E_{ws} = E_{wd} = 0$$

Rilevato saturo a grana fine (dinamicamente impervio: $k < 5 \cdot 10^{-4}$ m/s)

In sostanza si assume che l'acqua, imprigionata negli interstizi, si muova insieme con il terreno: l'accelerazione sismica agirà quindi sulla massa complessiva (terreno+acqua) del cuneo, pari a $V \cdot \gamma_{sat}$. Si ammette che le pressioni interstiziali non subiscano variazioni ai fini del calcolo delle azioni sulla parete. In questo caso l'equilibrio limite del cuneo è fatto al netto della risultante delle azioni idrostatiche e quindi, nelle formule generali, si assumerà:

$$\gamma^* = \gamma'$$

$$\tan \theta = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma'} \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

Alla spinta efficace dovrà essere aggiunta la spinta idrostatica dell'acqua, mentre, per ipotesi, la componente idrodinamica non può svilupparsi. Quindi:

$$E_{ws} = \frac{1}{2} \gamma_w H^2$$

$$E_{wd} = 0$$

Rilevato saturo a grana grossa (dinamicamente permeabile: $k \geq 5 \cdot 10^{-4}$ m/s)

Si ammette che l'acqua negli interstizi possa muoversi liberamente, indipendentemente dalle deformazioni subite dal terreno: l'accelerazione sismica agirà quindi sulla massa della sola parte solida del cuneo, pari a $V \cdot \gamma_d$. L'equilibrio limite del cuneo è fatto al netto della risultante delle pressioni interstiziali e quindi, nelle formule generali, si assumerà:

$$\gamma^* = \gamma'$$

$$\tan \theta = \frac{\gamma_d}{\gamma'} \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

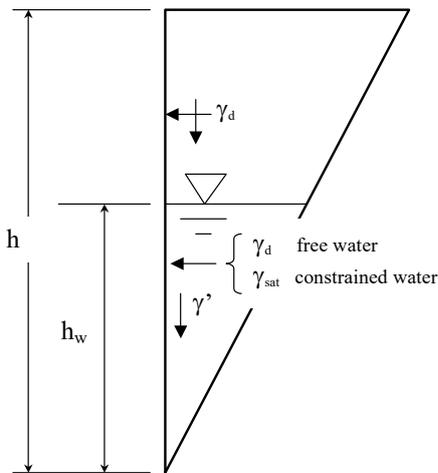
In questo caso dovranno essere aggiunte sia la spinta idrostatica sia la sovrappinta idrodinamica della stessa acqua di falda.

$$E_{ws} = \frac{1}{2} \gamma_w H^2$$

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H'^2 \quad \text{con } H' = \text{altezza della freatica dal piede del muro.}$$

Rilevato parzialmente immerso

Ebeling e Morrison (1992) indicano il modo per utilizzare, anche in questo caso, le equazioni di M-



O: sostanzialmente questo caso può essere assimilato a quello di un terrapieno completamente immerso omogeneo, avente un peso specifico equivalente. Per calcolare la risultante delle spinte, si potrà operare come segue. Si definiscono i pesi specifici medi da associare rispettivamente alla componente efficace verticale ed alla componente laterale

$$\gamma_v^* = \left(\frac{h_w}{h} \right)^2 \cdot \gamma' + \left[1 - \left(\frac{h_w}{h} \right)^2 \right] \cdot \gamma_d$$

Figura 14-2: terrapieno parzialmente immerso.

$$\gamma_H^* = \begin{cases} \gamma_d & \text{se terreno din. permeabile} \\ \left(\frac{h_w}{h} \right)^2 \cdot \gamma_{sat} + \left[1 - \left(\frac{h_w}{h} \right)^2 \right] \cdot \gamma_d & \text{se terreno din. impervio} \end{cases} \quad \text{Definendo}$$

$$\tan \theta = \frac{\gamma_H^* k_h}{\gamma_v^* (1 - k_v)}$$

si applicherà poi la (14-7) calcolando i coefficienti di spinta tramite le (14-8) e ponendo $\gamma^* = \gamma_v^*$.

Punto di applicazione delle spinte attive sismiche

Considerato che la spinta attiva complessiva è in generale composta da tre termini, occorre calcolare il punto di applicazione di ognuno di essi

1. **Componente associata allo scheletro solido:** è possibile operare come segue

- si calcola la spinta attiva in condizioni statiche ($S_{A,S}$)
- si calcola la quota parte efficace di spinta sismica E_d dovuta alla terra:

$$S_{A,E} = \frac{1}{2} \gamma^* (1 \pm k_v) K_{A,E} H^2$$

Nel caso di terreno eterogeneo, la spinta attiva è calcolata considerando la variabilità di $K_{A,sismico}$. Nel caso di terreno omogeneo ma parzialmente in falda, si suggerisce di adottare l'approccio sopra indicato, piuttosto che introdurre diversi valori dei coefficienti di spinta.

- c) si calcola l'incremento di spinta dovuto alla terra in caso di sisma (componente efficace):

$$\Delta S_A = S_{A,E} - S_{A,S}$$

- d) Nel caso di muri che possano ruotare alla base, si può considerare che tale incremento abbia una risultante nello stesso punto della risultante delle spinte statiche
- e) Negli altri casi si può assumere che tale azione si distribuisca uniformemente sulla parete, il che equivale ad applicare un carico uniformemente distribuito pari a:

$$q = \Delta S_A / H$$

2. **Componente idrostatica:** è applicata come nel caso statico

3. **Componente idrodinamica (E_{wd}):** se esiste, è applicata considerando la seguente distribuzione di pressioni:

$$q_{wd}(z) = \pm \frac{7}{8} k_h \gamma_w \sqrt{H \cdot z} \quad \text{con } z \text{ quota del generico punto rispetto la base della parete.}$$

14.1.5. Spinte passive in condizioni sismiche

In questo caso l'utilizzo delle equazioni di M-O è raccomandato solo nel caso in cui si voglia ignorare l'attrito tra terra e muro. Negli altri casi si raccomanda piuttosto di utilizzare relazioni basate sull'ipotizzare superficie di scivolamento curve, tra le quali si può citare la formulazione di Lancellotta (2007).

Il coefficiente di spinta passiva, in questo caso, per un muro verticale, è dato dalla seguente espressione:

$$K_{P,E} = \left[\frac{\cos \delta}{\cos(\beta - \theta) - \sqrt{\sin^2 \phi - \sin^2(\beta - \theta)}} \times (\cos \delta + \sqrt{\sin^2 \phi - \sin^2 \delta}) \right] \cdot e^{2\alpha \tan(\phi)} \quad (14-9)$$

$$2\alpha = \arcsin\left(\frac{\sin \delta}{\sin \phi}\right) + \arcsin\left(\frac{\sin(\beta - \theta)}{\sin \phi}\right) + \delta + (\beta - \theta) + 2\theta$$

Con θ valutato come nel caso attivo, a seconda delle condizioni del terreno nei riguardi della falda. Nella Tabella 14-1, si riportano valori di K_{PE} calcolati con questa teoria, nel caso di muro verticale terrapieno orizzontale e con componente sismica verticale nulla ($k_v=0$). La componente orizzontale del coefficiente di spinta passiva sarà calcolata utilizzando i valori della tabella moltiplicati per $\cos(\delta)$.

		$\delta/\phi = 0$								
$\phi \rightarrow$	k_h	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
0		2.37	2.56	2.77	3	3.25	3.54	3.85	4.2	4.6
0.1		2.19	2.38	2.58	2.8	3.05	3.32	3.63	3.97	4.35
0.2		1.97	2.15	2.34	2.56	2.8	3.06	3.36	3.69	4.06
0.3		1.69	1.87	2.06	2.27	2.5	2.76	3.04	3.36	3.71
0.4		1.31	1.52	1.73	1.94	2.17	2.42	2.69	3	3.34

		$\delta/\phi = 1/3$								
$\phi \rightarrow$	k_h	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
0		2.85	3.15	3.49	3.89	4.34	4.87	5.49	6.22	7.09
0.1		2.63	2.92	3.25	3.63	4.07	4.58	5.17	5.87	6.71
0.2		2.36	2.64	2.95	3.31	3.73	4.22	4.78	5.45	6.25
0.3		2.02	2.3	2.6	2.94	3.34	3.8	4.34	4.97	5.72
0.4		1.57	1.87	2.18	2.51	2.89	3.33	3.84	4.44	5.14

		$\delta/\phi = 1/2$								
$\phi \rightarrow$	k_h	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
0		3.05	3.4	3.81	4.29	4.85	5.5	6.29	7.23	8.38
0.1		2.82	3.16	3.55	4.01	4.54	5.17	5.92	6.83	7.93
0.2		2.53	2.85	3.22	3.66	4.16	4.76	5.48	6.34	7.39
0.3		2.17	2.48	2.84	3.25	3.73	4.29	4.97	5.78	6.77
0.4		1.68	2.02	2.38	2.77	3.23	3.76	4.4	5.16	6.08

		$\delta/\phi = 2/3$								
$\phi \rightarrow$	k_h	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
0		3.22	3.62	4.08	4.63	5.28	6.06	7	8.15	9.57
0.1		2.98	3.36	3.8	4.33	4.95	5.7	6.6	7.7	9.06
0.2		2.67	3.03	3.45	3.95	4.54	5.25	6.1	7.15	8.44
0.3		2.29	2.64	3.04	3.51	4.06	4.73	5.53	6.51	7.73
0.4		1.78	2.15	2.55	3	3.52	4.15	4.9	5.81	6.95

Tabella 14-1: coefficienti di spinta passiva K_{PE} (Lancellotta (2007)), al variare dell'accelerazione orizzontale, con accelerazione verticale nulla.

14.1.6. Sovraspinte sismiche per muri non in grado di spostarsi

In questo caso l'utilizzo delle equazioni di M-O non è raccomandato. Le spinte delle terre, sono calcolate in regime di spinta a riposo che comporta il calcolo delle spinte sismiche in tali condizioni; l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere quindi calcolato attraverso la nota formulazione di Wood (1973) come:

$$\Delta P_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot}^2 = a_{max} / g \cdot \gamma \cdot h_{tot}^2$$

Con h_{tot} = altezza del muro.

Questa spinta è applicata come una distribuzione uniforme lungo l'altezza h_{tot} .

Nel caso di scatolare, si assumerà $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ = peso di volume del materiale compattato del rilevato.

Il punto di applicazione della spinta che interessa lo scatolare è posto $h_{scat}/2$, con "h_{tot}" altezza dalla fondazione dello scatolare al piano stradale e h_{scat} l'altezza dello scatolare.

Essendo "ΔP_d" la risultante globale, ed il diagramma di spinta di tipo rettangolare, è immediato ricavare la quota parte della spinta che agisce sul piedritto dello scatolare.

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, date dal prodotto delle forze di gravità per i coefficienti sismici in precedenza definiti, di cui la componente verticale è considerata agente verso l'alto o verso il basso, in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli.

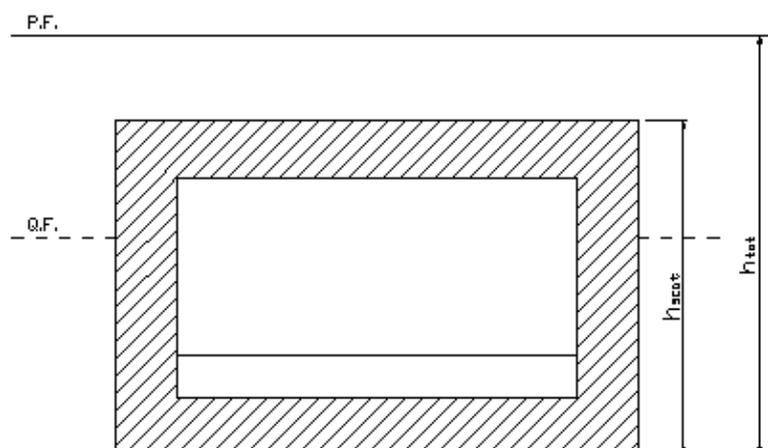


Figura 14-3

14.1.7. Calcolo allo stato limite di muri

Le verifiche di tipo geotecnico (GEO) e (STRU) devono essere svolte in accordo con la normativa vigente, di regola secondo gli approcci indicati nelle due seguenti tabelle.

Nelle verifiche lato terreno (GEO) dovranno essere assunti i parametri geotecnici elencati nel capitolo 9 di questa relazione.

Nel calcolo della capacità portante alla base di muri di sostegno (quali ad esempio muri a mensola) si ricorrerà alle formule riportate nel cap.12, utilizzando tuttavia un coefficiente $\gamma_R=1$ piuttosto che 1.80.

Nel caso in cui si rendesse necessario, per l'equilibrio alla traslazione, mettere in conto la resistenza passiva mobilita grazie all'introduzione di indentamenti o similari, si potranno adottare i valori dei coefficienti di spinta passiva suggeriti nel §14.1.2, opportunamente ridotti secondo quanto indicato dalle NTC2008.

Per il progetto delle resistenze strutturali (armature) occorre considerare le azioni derivanti da una combinazione A1+M1+R1 in cui i parametri geotecnici del terreno non sono abbattuti da coefficienti di sicurezza parziali.

			Azioni (A)	Parametri geotecnici (M)			Resistenze (R)		
				tan (ϕ)	c'	S _u			
Approccio 1	COMB 1	Verifiche strutturali (STR)	Rilevato	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.30$	$\gamma_\phi = 1$	$\gamma_{c'} = 1$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1$	
			Sovraccarico	$\gamma_F = \gamma_{Q1} = 1.50$					
	Terreno di Fondazione		$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$	$\gamma_\phi = 1$	$\gamma_{c'} = 1$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1$		
	Peso Muro		$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$						
Approccio 2	COMB 2	scorrimento e capacità portante (GEO)	Rilevato	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$	$\gamma_\phi = 1.25$	$\gamma_{c'} = 1.25$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1$	
			Sovraccarico	$\gamma_F = \gamma_{Q1} = 1.30$					
	Terreno di Fondazione		$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$	$\gamma_\phi = 1.25$	$\gamma_{c'} = 1.25$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1$		
	Peso Muro		$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$						
Approccio 2	A1+M1+R3	scorrimento e capacità portante (GEO)	Rilevato	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.30$	$\gamma_\phi = 1$	$\gamma_{c'} = 1$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1.4$	
			Sovraccarico	$\gamma_F = \gamma_{Q1} = 1.50$					
			Terreno di Fondazione	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$	$\gamma_\phi = 1$	$\gamma_{c'} = 1$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1.4$	
			Peso Muro	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$					
EQU		verifica a ribaltamento (EQU)	Rilevato	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.10$	$\gamma_\phi = 1.25$	$\gamma_{c'} = 1.25$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1$	
			Sovraccarico	$\gamma_F = \gamma_{Q1} = 1.50$					
			Terreno di Fondazione		Ininfluyente				
			Peso Muro	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 0.90$					
Approccio 1	COMB 2	A2+M2+R2	Stabilità globale	Rilevato	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$	$\gamma_\phi = 1.25$	$\gamma_{c'} = 1.25$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1.1$
				Sovraccarico	$\gamma_F = \gamma_{Q1} = 1.30$				
				Terreno di Fondazione	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$	$\gamma_\phi = 1.25$	$\gamma_{c'} = 1.25$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1.1$
				Peso Muro	$\gamma_F = \gamma_{G1} = 1.00$				

Note:

1. l'APPROCCIO 2 può essere omissso nel caso di muri dotati di ancoraggio al terreno
2. il coefficiente parziale γ_ϕ va applicato alla tangente dell'angolo d'attrito

Tabella 14-2 : approcci di calcolo agli SLU per muri di sostegno – combinazioni non sismiche

			Azioni (A)	Parametri geotecnici (M)			Resistenze (R)		
				tan (ϕ)	c'	S _u			
Approccio 1	COMB 1	A1+M1+R1	VERIFICHE STRU	Rilevato	Tutti i coefficienti posti pari a 1	$\gamma_\phi = 1$	$\gamma_{c'} = 1$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1$
				Sovraccarico					
				Terreno di Fondazione		$\gamma_\phi = 1$	$\gamma_{c'} = 1$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1$
				Peso Muro					
Approccio 1	COMB 2	A2+M2+R2	VERIFICHE GEO	Rilevato	Tutti i coefficienti posti pari a 1	$\gamma_\phi = 1.25$	$\gamma_{c'} = 1.25$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1$
				Sovraccarico					
				Terreno di Fondazione		$\gamma_\phi = 1.25$	$\gamma_{c'} = 1.25$	$\gamma_{cu} = 1$	$\gamma_R = 1$
				Peso Muro					

Tabella 14-3 : approcci di calcolo agli SLU per muri di sostegno – caso sismico

15. VERIFICHE DI RESISTENZA ALLO STATO LIMITE ULTIMO DEGLI SCATOLARI E DEI MURI AD U

Nel complesso la generica sezione trasversale del manufatto deve essere verificata per la concomitanza di azioni verticali, orizzontali e ribaltanti.

Trattandosi di norma di struttura interrata, ai fini del calcolo delle resistenze in gioco, si raccomanda di operare in accordo con quanto delineato nel seguito, al fine di assicurare schemi coerenti con le resistenze in gioco e, nel contempo, evitare assunzioni eccessivamente gravose oltreché irrealistiche.

Si consideri il seguente schema in cui sono indicate le azioni mobilitanti e quelle resistenti (in rosso):

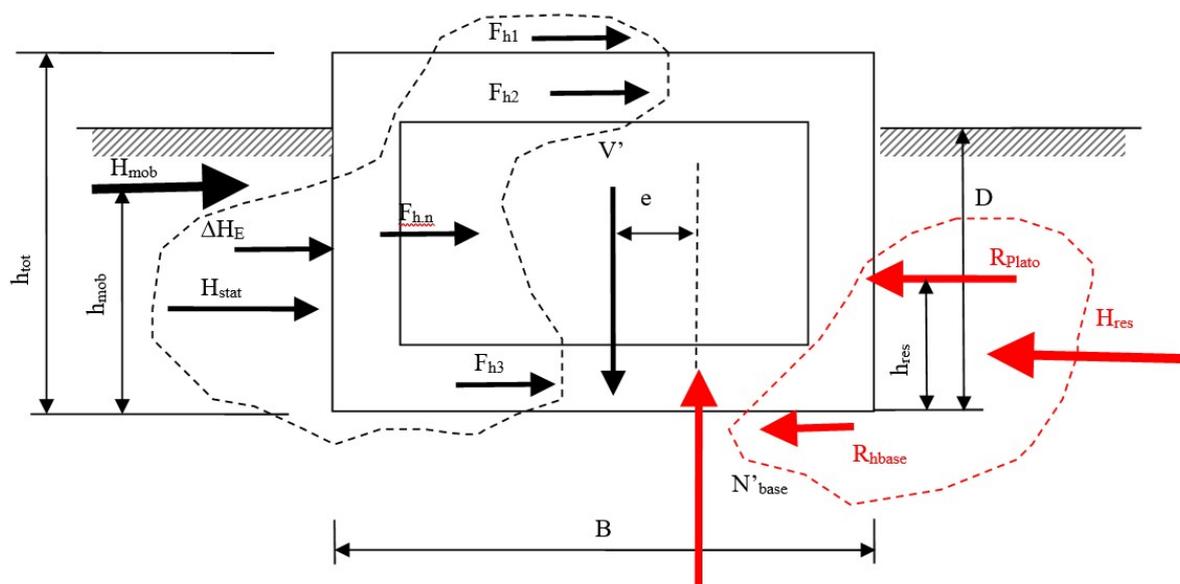


Figura 15-1

Sia

$V' = N'_{base}$ = risultante delle azioni verticali, al netto dell'eventuale sottospinta dell'acqua e comprensiva dell'eventuale componente verticale dell'accelerazione sismica

H_{stat} = risultante delle spinte efficaci del terreno in condizioni statiche, mobilitanti (da un lato)

ΔH_E = risultante delle sovra spinte sismiche (da un lato, mobilitanti)

F_{h1}, \dots, F_{hn} = azioni orizzontali esterne mobilitanti applicate al manufatto, tra le quali, in caso sismico, l'azione inerziale data dalla massa del manufatto moltiplicata per l'accelerazione sismica orizzontale

$R_{h,base}$ = resistenza offerta dalla base, che può essere calcolata come il minimo tra l'azione possibile per attrito e la massima azione orizzontale compatibile con la richiesta di capacità portante della fondazione soggetta ad un'azione V' , ad un'eccentricità dei carichi dovuta a tutte le azioni orizzontali, corrispondente ad un rapporto fra azione orizzontale ed azione verticale $H/V = R_{h,base} / V'$ (vedi in seguito)

$R_{p,lato}$ = resistenza laterale offerta dal rinterro lato resistente, necessaria affinché l'equilibrio sia rispettato

Si potrà procedere come segue:

STEP 1. Si determinano, per la combinazione di interesse, V' , H_{stat} , ΔH_E , ΣF_{hi} ,

STEP 2. Si calcola la risultante delle azioni orizzontali mobilizzanti e delle azioni orizzontali resistenti, ed i relativi momenti rispetto alla base:

$$H_{mob} = H_{stat} + \Delta H_E + \Sigma F_{hi} \qquad M_{mob} = H_{mob} \cdot h_{mob}$$

$$H_{res} = R_{h,base} + R_{p,lato} \qquad M_{res} = R_{p,lato} \cdot h_{res}$$

ove, per l'equilibrio, dovrà essere

$$H_{mob} = H_{res} \qquad M = M_{mob} - M_{res}$$

In linea di principio, quindi, è solo possibile conoscere la somma H_{res} delle resistenze, ma non i due addendi, che potranno essere espressi nel seguente modo

$$R_{h,base} = \alpha \cdot H_{mob}$$

$$R_{p,lato} = (1 - \alpha) \cdot H_{mob}$$

$$M = H_{mob} \cdot h_{mob} - (1 - \alpha) \cdot H_{mob} \cdot h_{res}$$

$$\text{con } 0 \leq \alpha \leq 1$$

STEP 3. Inizialmente si può ipotizzare che $R_{p,lato} = H_{stat}$, ossia che la risultante complessiva delle spinte del terreno statiche sia nulla; da cui $\alpha = 1 - (H_{stat} / H_{mob})$. Questa assunzione è coerente con il fatto che, inizialmente, si assume che l'incremento di azioni orizzontali determini un incremento di reazione alla base, piuttosto che mobilitare un incremento di spinta del cuneo di terreno "passivo"

STEP 4. Si calcola, per il rapporto $R_{h,base} / V' = \alpha \cdot H_{mob} / V'$, e l'eccentricità "e" = M / V' , la capacità portante della fondazione, con le equazioni riportate nel cap.12; se tale capacità portante è inferiore a quella minima richiesta, si riduce $R_{h,base}$ (α) fino ad ottenere una capacità portante uguale a quella richiesta; chiamiamo $R_{h,max}$ il massimo valore possibile affinché sia garantita la capacità portante ($R_{h,max} \leq R_{h,base}$) e α_{max} il valore di α corrispondente a $R_{h,max}$

STEP 5. La resistenza offerta dalla fondazione sarà quindi pari a

$$R_{h,base} = \min (R_{h,max}; \mu_d V') \text{ con } \mu_d = \text{coeff. d'attrito alla base, di progetto}$$

$$\alpha = \min (R_{h,max}; \mu_d V') / H_{mob} = \min (\alpha_{max}; \mu_d V' / H_{mob})$$

Una volta concluso, questo processo fornisce la resistenza minima $R_{p,lato} = (1 - \alpha) \cdot H_{mob}$ che deve essere fornita dal rilevato assoggettato a spinte maggiori della spinta a riposo (rilevato a destra del manufatto, nella Figura 15-1.)

A questo punto è sufficiente verificare che $R_{p,lato}$ sia congruamente inferiore della resistenza passiva offribile dal rilevato stesso, in condizioni sismiche, resistenza da valutarsi con i valori di K_{PE} indicati in Tabella 14-1.

Quanto alla valutazione delle spinte statiche lato mobilitante (a sinistra nella Figura 15-1.) in linea di principio si potrebbe fare riferimento alle spinte attive (statiche e sismiche), trattandosi, in questo caso, di verifiche in condizioni di equilibrio limite. Tuttavia, a giudizio del Progettista, possono essere introdotti, in favore di sicurezza, i valori di spinta a riposo e di sovraspinta secondo il criterio di Wood.

Con riferimento alla Figura 15-1, per ogni combinazione di carico allo SLU è necessario disporre dei seguenti dati:

1. Geometria della sezione (h_{tot} , B, D)
2. Risultante V' dei carichi verticali al netto dell'eventuale sottospinta dell'acqua
3. Risultante di tutte le spinte mobilitanti (H_{mob}) e relativo braccio h_{mob}
4. Braccio della reazione lato cuneo "passivo" h_{res} che, in assenza di determinazioni più precise, può essere posto pari a $D/3$
5. Eventuale componente orizzontale e verticale dell'accelerazione sismica pseudo-statica

Si analizzano ora le diverse combinazioni e sezioni critiche.

15.1. Sezione tipica del manufatto scatolare del sottopasso della linea AV/AC

Nel caso del sottopasso in oggetto, si esaminano le seguenti condizioni per il manufatto scatolare del sottopasso della linea AV/AC:

- Quote:
 - Quota falda di progetto $\sim + 106.10$ m
 - Quota piano di campagna $\sim + 134.15$ m
 - Quota sotto fondazione $\sim + 125.93$ m
- Dimensioni manufatto
 - B = 6.60 m
 - H = 7.20 m
- Parametri geotecnici caratteristici
 - $\phi_k' = 35^\circ$ (vedi parametri capitolo 9 le fondazioni vanno posate sullo strato 2)
 - $\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{z_w}{B'} \cdot (\gamma - \gamma') = 19 \text{ kN/m}^3$
- Coefficiente sismico
 - $k_h = 0.270$ (vedi capitolo 10)

Per quanto riguarda la valutazione della resistenza passiva offerta dal rinfiango, si considerano i seguenti parametri medi:

- un peso specifico uniforme equivalente pari a 19 kN/m³ in quanto il rilevato non è in falda
- $\phi_k' = 35^\circ$ (per terreno di riporto ben compattato)

Si noti che nella valutazione della resistenza passiva disponibile si è tenuto conto del sovraccarico equivalente ad uno spessore H_{ril} di rilevato stradale (inteso come profondità dal piano campagna) al di sopra della sommità del manufatto: con riferimento alla Figura 15-2, la spinta passiva è valutata come:

$$S_p = K_p \cdot \bar{\gamma} \cdot \left(\frac{h_{tot}^2}{2} + h_{tot} \cdot H_{ril} \right)$$

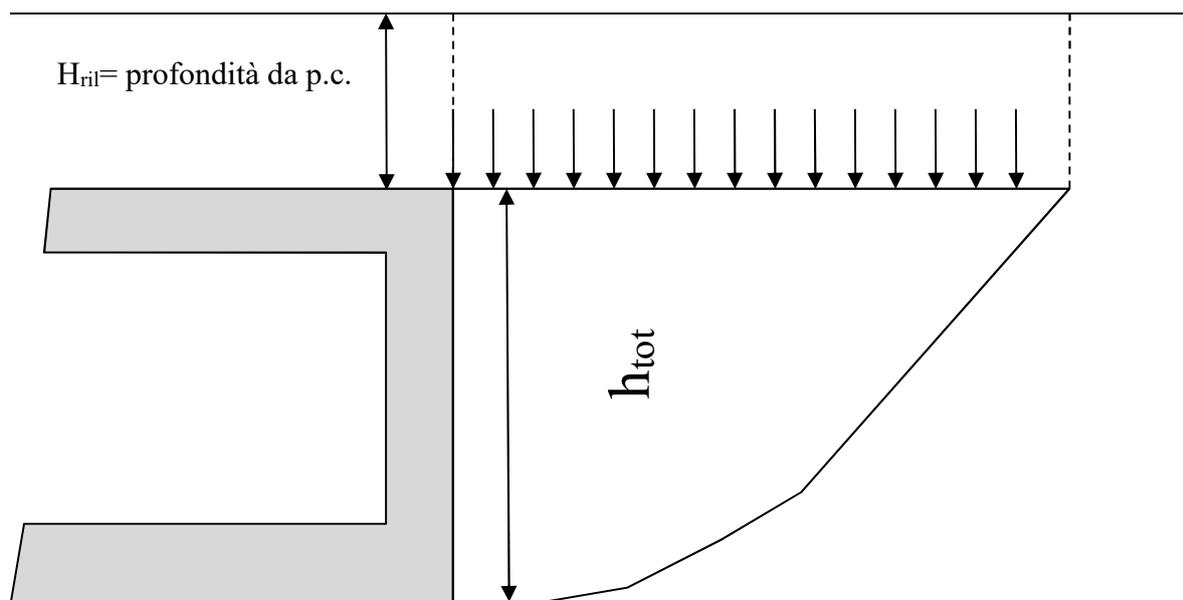


Figura 15-2: contributo del rilevato alla spinta passiva

Nelle pagine seguenti, in dettaglio, si analizzano le seguenti combinazioni in accordo a quanto riportato nella relazione di calcolo strutturale citata tra i riferimenti.

SCATOLARE

	H	V	M
SLU / SLV	kN/m	kN/m	kNm/m
SLU_GEO_7	240,05	970,98	879,24
SLV_GEO_2	488,76	560,56	1899,08

max V

max H

max M

max M/V

max H/V

	H	V	M
SLE-CAR	kN/m	kN/m	kNm/m
SLE_CAR_11	197,93	859,99	834,36

max V

max M

max H

max M/V

max H/V

Di fatto è significativa la sola condizione sismica SLV. Nel seguito si riporterà la verifica in base alle azioni fornite dal progettista strutturale, corrispondenti all'introduzione delle spinte del terrapieno a riposo e delle sovraspinte sismiche nell'ipotesi di manufatto rigido (Wood). La verifica è positiva.

Condizione	H'_{mob} kN/m	α (perc. azione orizzontale attribuita alla base)	Resistenza passiva mobilitata
SLV_GEO_2 (riposo + Wood)	488.76	48%	16%

Vale comunque la pena ricordare che l'introduzione di spinte a riposo e secondo la teoria di Wood conduce ad una stima largamente per eccesso, specie nel caso in cui si hanno significativi impegni dei meccanismi resistenti. Questa osservazione permette di concludere che il grado di sicurezza dell'opera è certamente maggiore di quello derivante da questo calcolo.

Di seguito i calcoli nel dettaglio.

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RB SLZ3 00 001Rev.
AFoglio
38 di 51**TITOLO: SLZ3 - Sottopasso AV/AC - SLV_GEO_2 - WOOD****CALCOLO FONDAZIONI DIRETTE - S.L.U. Secondo NTC 2008****strutture prevalentemente nastriformi - carichi orizzontali paralleli al lato minore****piano campagna sostanzialmente orizzontale**

angolo d'attrito caratteristico ϕ'_k	35 °	0.6109 rad	
angolo d'attrito caratteristico ϕ'_k alla base	30 °	0.5236 rad	
coefficiente γ_ϕ	1.25		
coefficiente $\gamma_{R, \text{capacità portante}}$	1.8	Approccio 1 - comb. 2	
coefficiente $\gamma_{R, \text{scorrimento}}$	1.1	A2+M2+R2	
angolo d'attrito di design ϕ'_d	29.26 °	0.5106 rad	$\tan(\phi'_d) = 0.56$
angolo d'attrito di design ϕ'_d base	24.79 °	0.4327 rad	$\mu_d = 0.46$
Dimensione minore B [m]	6.6 m	Dim maggiore L [m]	1.41E+01 m
Profondità da piano campagna D [m]	8.22 m		
q' = carico perm ai lati	155 kPa		
γ = peso specifico medio sotto la fondazione	19 kN/m ³		
k_h = accelerazione sismica [g]	0.27 g		
k_v = accelerazione sismica [g]	-0.135 g		
Risultante carichi verticali V'	560.56 kN/m		
Risultante carichi orizz. mobilit. H_{mob}	488.76 kN/m		
Braccio di H_{mob} h_{mob}	3.89 m		
Braccio reazione lato passivo h_{stab}	2.74 m		
coefficiente di ripartiz. Lato e base α	48%		
$R_{h, \text{base}} = \alpha \cdot H_{\text{mob}}$	235 kN/m		
$R_{p, \text{lato}} = (1 - \alpha) \cdot H_{\text{mob}}$	254 kN/m		
Resistenza complessiva laterale (somma)	489 kN/m		
M_{mob}	1901 kNm/m		
M_{res}	-696 kNm/m		
Momento ribaltante (somma)	1205 kNm/m		
eccentricità e	2.15 m		
Dimensione minore B_{eff} [m] (efficace)	2.30 m	(*) $B_{\text{eff}} = B - 2 \cdot e$ con e=eccentricità carico	
Rapporto B_{eff}/L	0.1632		
Rapporto D / B_{eff}	3.572179		
$q_{\text{Ed}} = V' / B_{\text{eff}}$	243.60 kPa	sollecitazione	
Rapporto $R_{h, \text{base}} / V'$ orizz/verticale	0.42		

calcolo capacità portante

	$N_{q, \gamma}$	$S_{q, \gamma}$	$d_{q, \gamma}$	$i_{q, \gamma}$	$g_{q, \gamma}$	$Z_{q, \gamma}$	Δq_{lim}
contributo associato a q	16.92	1.02	1.38	0.31	1.00	0.79	⇒ 911 kPa
contributo associato a γ	13.38	0.93	1.00	0.18	1.00	0.79	⇒ 38 kPa
	somma						949 kPa

$$q_{u, d} = 949.18 / 1.8 = 527 \text{ kPa}$$

approccio 1 - comb. 2 A2+M2+R2

Verifica a capacità portante alla base

$q_{u, d} / q_{\text{Ed}} =$	2.165	> 1 OK	} Minimo=	1.003
Verifica a scorrimento alla base $(\mu_d \cdot V' / \gamma_{R, \text{scorr}}) / R_{h, \text{base}}$	1.003	> 1 OK		

Verifica cuneo passivo

Resistenza richiesta al cuneo di valle	254.16	kN/m
Resistenza possibile (input utente)	1604.70	kN/m
Possibile / Richiesta	6.314	> 1 OK
perc. spinta passiva richiesta	16%	
angolo d'attrito caratteristico per stima K_{PE}	35.00 °	0.6109 rad
valore di design	29.26 °	0.5106 rad
$\delta\phi$	0.50	
peso medio cuneo passivo	19.00 kN/m ³	
Altezza cuneo passivo	7.35 m	
profondità da p.c	0.85 m	
ϕ_i 0.5106 rad	delta 0.255 rad	beta 0 rad
k_h 0.27	k_v -0.135	theta 0.3026 rad
alpha 0.2226 rad		K_{PE} 3.034
Spinta Passiva	1604.7	

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RB SLZ3 00 001Rev.
AFoglio
39 di 51**TITOLO: SLZ3 - Sottopasso AV/AC - SLV_GEO_7 - WOOD****CALCOLO FONDAZIONI DIRETTE - S.L.U. Secondo NTC 2008****strutture prevalentemente nastriformi - carichi orizzontali paralleli al lato minore****piano campagna sostanzialmente orizzontale**

angolo d'attrito caratteristico ϕ'_k	35 °	0.6109 rad	
angolo d'attrito caratteristico ϕ'_k alla base	30 °	0.5236 rad	
coefficiente γ_ϕ	1.25		
coefficiente γ_R capacità portante	1.8	Approccio 1 - comb. 2	
coefficiente γ_R scorrimento	1.1	A2+M2+R2	
angolo d'attrito di design ϕ'_{d1}	29.26 °	0.5106 rad	$\tan(\phi'_{d1}) = 0.56$
angolo d'attrito di design ϕ'_{d1} base	24.79 °	0.4327 rad	$\mu_d = 0.46$
Dimensione minore B [m]	6.6 m	Dim maggiore L [m]	1.41E+01 m
Profondità da piano campagna D [m]	8.22 m		
q' = carico perm ai lati	155 kPa		
γ = peso specifico medio sotto la fondazione	19 kN/m ³		
k_h = accelerazione sismica [g]	0.27 g		
k_v = accelerazione sismica [g]	-0.135 g		
Risultante carichi verticali V'	970.98 kN/m		
Risultante carichi orizz. mobilit. H_{mob}	240.05 kN/m		
Braccio di H_{mob} h_{mob}	3.67 m		
Braccio reazione lato passivo h_{stab}	2.74 m		
coefficiente di ripartiz. Lato e base α	100%		
$R_{h,base} = \alpha \cdot H_{mob}$	240 kN/m		
$R_{p,lato} = (1 - \alpha) \cdot H_{mob}$	0 kN/m		
Resistenza complessiva laterale (somma)	240 kN/m		
M_{mob}	881 kNm/m		
M_{res}	0 kNm/m		
Momento ribaltante (somma)	881 kNm/m		
eccentricità e	0.91 m		
Dimensione minore B_{eff} [m] (efficace)	4.79 m	(*) $B_{eff} = B - 2 \cdot e$ con e=eccentricità carico	
Rapporto B_{eff}/L	0.339388		
Rapporto D / B_{eff}	1.717735		

$Q_{Ed} = V' / B_{eff}$	202.91 kPa	sollecitazione
Rapporto $R_{h,base} / V'$ orizz/verticale	0.25	

calcolo capacità portante

	$N_{q,\gamma}$	$S_{q,\gamma}$	$d_{q,\gamma}$	$i_{q,\gamma}$	$\xi_{q,\gamma}$	$z_{q,\gamma}$	\Rightarrow	Δq_{lim}
contributo associato a q	16.92	1.09	1.31	0.52	1.00	0.79	\Rightarrow	1527 kPa
contributo associato a γ	13.38	0.86	1.00	0.39	1.00	0.79	\Rightarrow	161 kPa
							somma	1688 kPa

$$Q_{u,d} = 1688.33 / 1.8 = 938 \text{ kPa}$$

approccio 1 - comb. 2 A2+M2+R2

Verifica a capacità portante alla base

$Q_{u,d} / Q_{Ed} =$	4.623	> 1 OK	} Minimo=	1.698
Verifica a scorrimento alla base				
$(\mu_d \cdot V' / \gamma_{R,scorr}) / R_{h,base}$	1.698	> 1 OK		

Verifica cuneo passivo

Resistenza richiesta al cuneo di valle	0.00	kN/m			
Resistenza possibile (input utente)	1604.70	kN/m			
Possibile / Richiesta	non applicabile	> 1 OK			
perc. spinta passiva richiesta	0%				
angolo d'attrito caratteristico per stima K_{pE}	35.00 °	0.6109 rad			
valore di design	29.26 °	0.5106 rad			
$\delta' \phi$	0.50				
peso medio cuneo passivo	19.00 kN/m ³				
Altezza cuneo passivo	7.35 m				
profondità da p.c	0.85 m				
f_i	0.5106 rad	delta	0.255 rad	beta	0 rad
k_h	0.27	k_v	-0.135	theta	0.3026 rad
alpha	0.2226 rad			K_{pE}	3.034
Spinta Passiva	1604.7				

15.2. Muri ad U

- Parametri geotecnici caratteristici
 - $\phi_k' = 35^\circ$ (vedi parametri capitolo 9; le fondazioni vanno posate sullo strato 2)
 - $\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{z_w}{B'} \cdot (\gamma - \gamma') = 19 \text{ kN/m}^3$
 - $\phi_k' = 35^\circ$ (per terreno di riporto ben compattato)
- Coefficiente sismico Come caso precedente

Nelle pagine seguenti, in dettaglio, si analizzano le seguenti combinazioni in accordo a quanto riportato nella relazione di calcolo strutturale citata tra i riferimenti. Tra le combinazioni indicate, per ogni sezione di verifica, si riporta il calcolo con riferimento a quella maggiormente gravosa.

MURO AD U - H=4,02m

	H	V	M
	kN/m	kN/m	kNm/m
SLU	176,87	216,58	305,70
SLV	162,34	231,86	297,80
SLE - CAR	139,18	216,58	234,57

h (di calcolo) =	4,37	m	Altezza di calcolo
h totale=	4,72	m	Altezza totale muro
B=	6,60	m	larghezza totale fondazione

MURO AD U - H=5,44m

	H	V	M
	kN/m	kN/m	kNm/m
SLU	286,22	289,74	642,99
SLV	281,97	313,06	687,55
SLE - CAR	228,93	289,74	502,49

h (di calcolo) =	5,84	m	Altezza di calcolo
h totale=	6,24	m	Altezza totale muro
B=	6,69	m	larghezza totale fondazione

MURO AD U - H=6,40m

	H	V	M
	kN/m	kN/m	kNm/m
SLU	375,89	359,56	976,36
SLV	383,14	389,24	1093,10
SLE - CAR	303,11	359,56	770,31

h (di calcolo) =	6,85	m	Altezza di calcolo
h totale=	7,30	m	Altezza totale muro
B=	7,14	m	larghezza totale fondazione

I risultati salienti, relativamente i muri a U, sono riportati nel seguente prospetto.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RB SLZ3 00 001Rev.
AFoglio
41 di 51

MURO a U	B	h	h_w	h_w/h	α	% Sp
H=4.02 m	6.60	4.72	0	0	50	12
H=5.44 m	6.69	6.24	0	0	45	17
H=6.40 m	7.14	7.3	0	0	40	18

B	larghezza - [m]
h	altezza parte interrata [m]
h_w	altezza parte in falda [m]
α	coeff. di ripartizione lato e base
%Sp	% spinta passiva richiesta

La verifica è soddisfatta, con una mobilitazione della spinta passiva laterale pari al massimo al 18% di quella disponibile (aliquota tollerabile).

Di seguito i calcoli nel dettaglio.

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RB SLZ3 00 001Rev.
AFoglio
42 di 51**TITOLO: SLZ3 - MURO U H=4.02 m - SLU - MO****CALCOLO FONDAZIONI DIRETTE - S.L.U. Secondo NTC 2008****strutture prevalentemente nastriformi - carichi orizzontali paralleli al lato minore****piano campagna sostanzialmente orizzontale**

angolo d'attrito caratteristico ϕ'_k	35 °	0.6109 rad		
angolo d'attrito caratteristico ϕ'_k alla base	30 °	0.5236 rad		
coefficiente γ_ϕ	1.25			
coefficiente γ_R capacità portante	1.8	Approccio 1 - comb. 2		
coefficiente γ_R scorrimento	1.1	A2+M2+R2		
angolo d'attrito di design ϕ'_d	29.26 °	0.5106 rad	$\tan(\phi'_d) =$	0.56
angolo d'attrito di design ϕ'_d base	24.79 °	0.4327 rad	$\mu_q =$	0.46
Dimensione minore B [m]	6.6 m	Dim maggiore L [m]	1.41E+01 m	
Profondità da piano campagna D [m]	4.37 m			
q' = carico perm ai lati	83.03 kPa			
γ = peso specifico medio sotto la fondazione	19 kN/m ³			
k_h = accelerazione sismica [g]	0 g			
k_v = accelerazione sismica [g]	0 g			
Risultante carichi verticali V'	216.58 kN/m			
Risultante carichi orizz. mobilit. H_{mob}	176.87 kN/m			
Braccio di H_{mob} h_{mob}	1.72 m			
Braccio reazione lato passivo h_{stab}	1.45667 m			
coefficiente di ripartiz. Lato e base α	50%			
$R_{h,base} = \alpha \cdot H_{mob}$	88 kN/m			
$R_{p,lato} = (1 - \alpha) \cdot H_{mob}$	88 kN/m			
Resistenza complessiva laterale (somma)	177 kN/m			
M_{mob}	304 kNm/m			
M_{res}	-129 kNm/m			
Momento ribaltante (somma)	175 kNm/m			
eccentricità e	0.81 m			
Dimensione minore B_{eff} [m] (efficace)	4.98 m			(*) $B_{eff} = B - 2e$ con e =eccentricità carico
Rapporto B_{eff}/L	0.35321			
Rapporto D / B_{eff}	0.87746			

$Q_{Ed} = V' / B_{eff}$ 43.49 kPa **sollecitazione**

Rapporto $R_{h,base} / V'$ orizz/verticale 0.41

calcolo capacità portante

	$N_{q,\gamma}$	$s_{q,\gamma}$	$d_{q,\gamma}$	$i_{q,\gamma}$	$\xi_{q,\gamma}$	$z_{q,\gamma}$	Δq_{lim}
contributo associato a q	16.92	1.06	1.26	0.32	1.00	1.00	595 kPa
contributo associato a γ	13.38	0.86	1.00	0.19	1.00	1.00	101 kPa
							somma 696 kPa

$$q_{u,d} = 695.83 / 1.8 = \mathbf{387} \text{ kPa}$$

approccio 1 - comb. 2 A2+M2+R2

Verifica a capacità portante alla base

$q_{u,d} / Q_{Ed} =$	8.889	> 1 OK	} Minimo=	1.028
Verifica a scorrimento alla base $(M_d \cdot V' / \gamma_{R,scorr}) / R_{h,base}$	1.028	> 1 OK		

Verifica cuneo passivo

Resistenza richiesta al cuneo di valle	88.44	kN/m			
Resistenza possibile (input utente)	720.09	kN/m			
Possibile / Richiesta	8.143	> 1 OK			
perc. spinta passiva richiesta	12%				
angolo d'attrito caratteristico per stima K_{pE}	35.00 °	0.6109 rad			
valore di design	29.26 °	0.5106 rad			
$\partial\phi$	0.50				
peso medio cuneo passivo	19.00 kN/m ³				
Altezza cuneo passivo	4.37 m				
profondità da p.c	0.00 m				
ϕ_i	0.5106 rad	delta	0.255 rad	beta	0 rad
k_h	0	k_v	0	theta	0 rad
alpha	0.3992 rad			K_{pE}	4.102
Spinta Passiva	720.09				

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RB SLZ3 00 001Rev.
AFoglio
43 di 51**TITOLO: SLZ3 - MURO U H=4.02 m - SLV - MO****CALCOLO FONDAZIONI DIRETTE - S.L.U. Secondo NTC 2008****strutture prevalentemente nastriformi - carichi orizzontali paralleli al lato minore****piano campagna sostanzialmente orizzontale**

angolo d'attrito caratteristico ϕ'_k	35 °	0.6109 rad		
angolo d'attrito caratteristico ϕ'_k alla base	30 °	0.5236 rad		
coefficiente γ_ϕ	1.25			
coefficiente γ_R capacità portante	1.8	Approccio 1 - comb. 2		
coefficiente γ_R scorrimento	1.1	A2+M2+R2		
angolo d'attrito di design ϕ'_d	29.26 °	0.5106 rad	$\tan(\phi'_d) =$	0.56
angolo d'attrito di design ϕ'_d base	24.79 °	0.4327 rad	$\mu_q =$	0.46
Dimensione minore B [m]	6.69 m	Dim maggiore L [m]	1.41E+01 m	
Profondità da piano campagna D [m]	6.24 m			
q' = carico perm ai lati	118.56 kPa			
γ = peso specifico medio sotto la fondazione	19 kN/m ³			
k_h = accelerazione sismica [g]	0.27 g			
k_v = accelerazione sismica [g]	-0.135 g			
Risultante carichi verticali V'	313.06 kN/m			
Risultante carichi orizz. mobilit. H_{mob}	281.97 kN/m			
Braccio di H_{mob} h_{mob}	2.44 m			
Braccio reazione lato passivo h_{stab}	2.08 m			
coefficiente di ripartiz. Lato e base α	45%			
$R_{h,base} = \alpha \cdot H_{mob}$	127 kN/m			
$R_{p,lato} = (1 - \alpha) \cdot H_{mob}$	155 kN/m			
Resistenza complessiva laterale (somma)	282 kN/m			
M_{mob}	688 kNm/m			
M_{res}	-323 kNm/m			
Momento ribaltante (somma)	365 kNm/m			
eccentricità e	1.17 m			
Dimensione minore B_{eff} [m] (efficace)	4.36 m			(*) $B_{eff} = B - 2e$ con e =eccentricità carico
Rapporto B_{eff}/L	0.30889			
Rapporto D / B_{eff}	1.4327			

$Q_{Ed} = V' / B_{eff}$ 71.88 kPa **sollecitazione**

Rapporto $R_{h,base} / V'$ orizz/verticale 0.41

calcolo capacità portante

	$N_{q,\gamma}$	$s_{q,\gamma}$	$d_{q,\gamma}$	$i_{q,\gamma}$	$\xi_{q,\gamma}$	$z_{q,\gamma}$	Δq_{lim}
contributo associato a q	16.92	1.05	1.28	0.32	1.00	0.79	690 kPa
contributo associato a γ	13.38	0.88	1.00	0.19	1.00	0.79	73 kPa
						somma	763 kPa

$$Q_{u,d} = 762.87 / 1.8 = 424 \text{ kPa}$$

approccio 1 - comb. 2 A2+M2+R2

Verifica a capacità portante alla base

$Q_{u,d} / Q_{Ed} =$ 5.896 > 1 OK

Verifica a scorrimento alla base

$(M_d \cdot V' / \gamma_{R,scorr}) / R_{h,base}$ 1.036 > 1 OK

Minimo= 1.036

Verifica cuneo passivo

Resistenza richiesta al cuneo di valle	155.08	kN/m
Resistenza possibile (input utente)	939.36	kN/m
Possibile / Richiesta	6.057	> 1 OK
perc. spinta passiva richiesta	17%	
angolo d'attrito caratteristico per stima K_{pE}	35.00 °	0.6109 rad
valore di design	29.26 °	0.5106 rad
$\partial\phi$	0.50	
peso medio cuneo passivo	19.00 kN/m ³	
Altezza cuneo passivo	6.24 m	
profondità da p.c	0.00 m	
ϕ_i	0.5106 rad	delta
ϕ_h	0.27	0.255 rad
ϕ_k	0.2226 rad	beta
Spinta Passiva	939.36	theta
		0 rad
		0.3026 rad
		3.034

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RB SLZ3 00 001Rev.
AFoglio
44 di 51**TITOLO: SLZ3 - MURO U H=4.02 m - SLV - MO****CALCOLO FONDAZIONI DIRETTE - S.L.U. Secondo NTC 2008****strutture prevalentemente nastriformi - carichi orizzontali paralleli al lato minore****piano campagna sostanzialmente orizzontale**

angolo d'attrito caratteristico ϕ'_k	35 °	0.6109 rad		
angolo d'attrito caratteristico ϕ'_k alla base	30 °	0.5236 rad		
coefficiente γ_ϕ	1.25			
coefficiente γ_R capacità portante	1.8	Approccio 1 - comb. 2		
coefficiente γ_R scorrimento	1.1	A2+M2+R2		
angolo d'attrito di design ϕ'_d	29.26 °	0.5106 rad	$\tan(\phi'_d) =$	0.56
angolo d'attrito di design ϕ'_d base	24.79 °	0.4327 rad	$\mu_q =$	0.46
Dimensione minore B [m]	7.14 m	Dim maggiore L [m]	1.41E+01 m	
Profondità da piano campagna D [m]	7.3 m			
q' = carico perm ai lati	138.7 kPa			
γ = peso specifico medio sotto la fondazione	19 kN/m ³			
k_h = accelerazione sismica [g]	0.27 g			
k_v = accelerazione sismica [g]	-0.135 g			
Risultante carichi verticali V'	389.24 kN/m			
Risultante carichi orizz. mobilit. H_{mob}	383.14 kN/m			
Braccio di H_{mob} h_{mob}	2.85 m			
Braccio reazione lato passivo h_{stab}	2.43333 m			
coefficiente di ripartiz. Lato e base α	40%			
$R_{h,base} = \alpha \cdot H_{mob}$	153 kN/m			
$R_{p,lato} = (1 - \alpha) \cdot H_{mob}$	230 kN/m			
Resistenza complessiva laterale (somma)	383 kN/m			
M_{mob}	1092 kNm/m			
M_{res}	-559 kNm/m			
Momento ribaltante (somma)	533 kNm/m			
eccentricità e	1.37 m			
Dimensione minore B_{eff} [m] (efficace)	4.40 m	(*) $B_{eff} = B - 2 \cdot e$ con $e =$ eccentricità carico		
Rapporto B_{eff} / L	0.31231			
Rapporto D / B_{eff}	1.65775			

$Q_{Ed} = V' / B_{eff}$ 88.39 kPa **sollecitazione**

Rapporto $R_{h,base} / V'$ orizz/verticale 0.39

calcolo capacità portante

	$N_{q,\gamma}$	$s_{q,\gamma}$	$d_{q,\gamma}$	$i_{q,\gamma}$	$\xi_{q,\gamma}$	$z_{q,\gamma}$	Δq_{lim}
contributo associato a q	16.92	1.05	1.30	0.33	1.00	0.79	852 kPa
contributo associato a γ	13.38	0.88	1.00	0.20	1.00	0.79	78 kPa
						somma	929 kPa

$$Q_{u,d} = 929.44 / 1.8 = 516 \text{ kPa}$$

approccio 1 - comb. 2 A2+M2+R2

Verifica a capacità portante alla base

$Q_{u,d} / Q_{Ed} =$ 5.842 > 1 OK

Verifica a scorrimento alla base

$(M_d \cdot V' / \gamma_{R,scorr}) / R_{h,base}$ 1.066 > 1 OK

} Minimo=

1.066

Verifica cuneo passivo

Resistenza richiesta al cuneo di valle	229.88	kN/m
Resistenza possibile (input utente)	1285.60	kN/m
Possibile / Richiesta	5.592	> 1 OK
perc. spinta passiva richiesta	18%	
angolo d'attrito caratteristico per stima K_{pE}	35.00 °	0.6109 rad
valore di design	29.26 °	0.5106 rad
$\partial \phi$	0.50	
peso medio cuneo passivo	19.00 kN/m ³	
Altezza cuneo passivo	7.30 m	
profondità da p.c	0.00 m	
ϕ_i	0.5106 rad	delta
ϕ_h	0.27	beta
alpha	0.2226 rad	theta
Spinta Passiva	1285.6	K_{pE}

16. BIBLIOGRAFIA

- Bolton, M.D., (1986) "The strength and dilatancy of sands", *Geotechnique*, 36, 1, 65-78.
- Burland J.B., Burbidge M.C. (1985) "Settlement of foundations on sand and gravel" *Proc. ICE*, Part 1, 78.
- Cubrinowski M., Ishihara K. (1999) "Empirical correlation between SPT N-value and relative density for sandy soils" *Soils and Foundations*, vol. 39, n° 5, pp. 61-71.
- Ebeling Robert M. and Morrison, Ernest E. Jr. (1992), *The Seismic Design of Waterfront Retaining Structures*, Technical Report ITL-92-11, NCEL TR-939, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi. (reperibile in internet, tramite una ricerca)
- Fleming W. G. K., Weltman A. J., Randolph M. F., Elson W. K., (1992) 'Piling Engineering', 2nd ed., Wiley & Sons, Inc.
- JAMIOLKOWSKI M., PASQUALINI E. (1979) "Introduzione ai diversi metodi di calcolo dei diaframmi con riferimento ai parametri geotecnici che vi intervengono e alla loro determinazione sperimentale" *Atti Istituto Scienza delle Costruzioni, Politecnico di Torino*, n. 451.
- Lancellotta R., (2007) "Lower-bound approach for seismic passive earth resistance", *Géotechnique*, Vol. 57, No. 3, pp. 319-321
- Ohta Y. and Goto N. (1978), "Empirical Shear Wave velocity equations in terms of characteristic soil indexes", *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol. 6, pp 167-187
- Paolucci, R. and Pecker, A. (1997a), "Seismic bearing capacity of shallow strip foundations on dry soils". *Soils and Foundations*, Vol. 37, n. 3, pp. 95-105, 1997.
- Viggiani C. (1999) *Fondazioni*, 2a ed., Hevelius.
- Wood, J. H. (1973). "Earthquake Induced Soil Pressures on Structures," *Doctoral Dissertation*, EERL 73-05, California Institute of Technology, Pasadena, CA.

17. FIGURE RIASSUNTIVE DEI RISULTATI DELLE INDAGINI

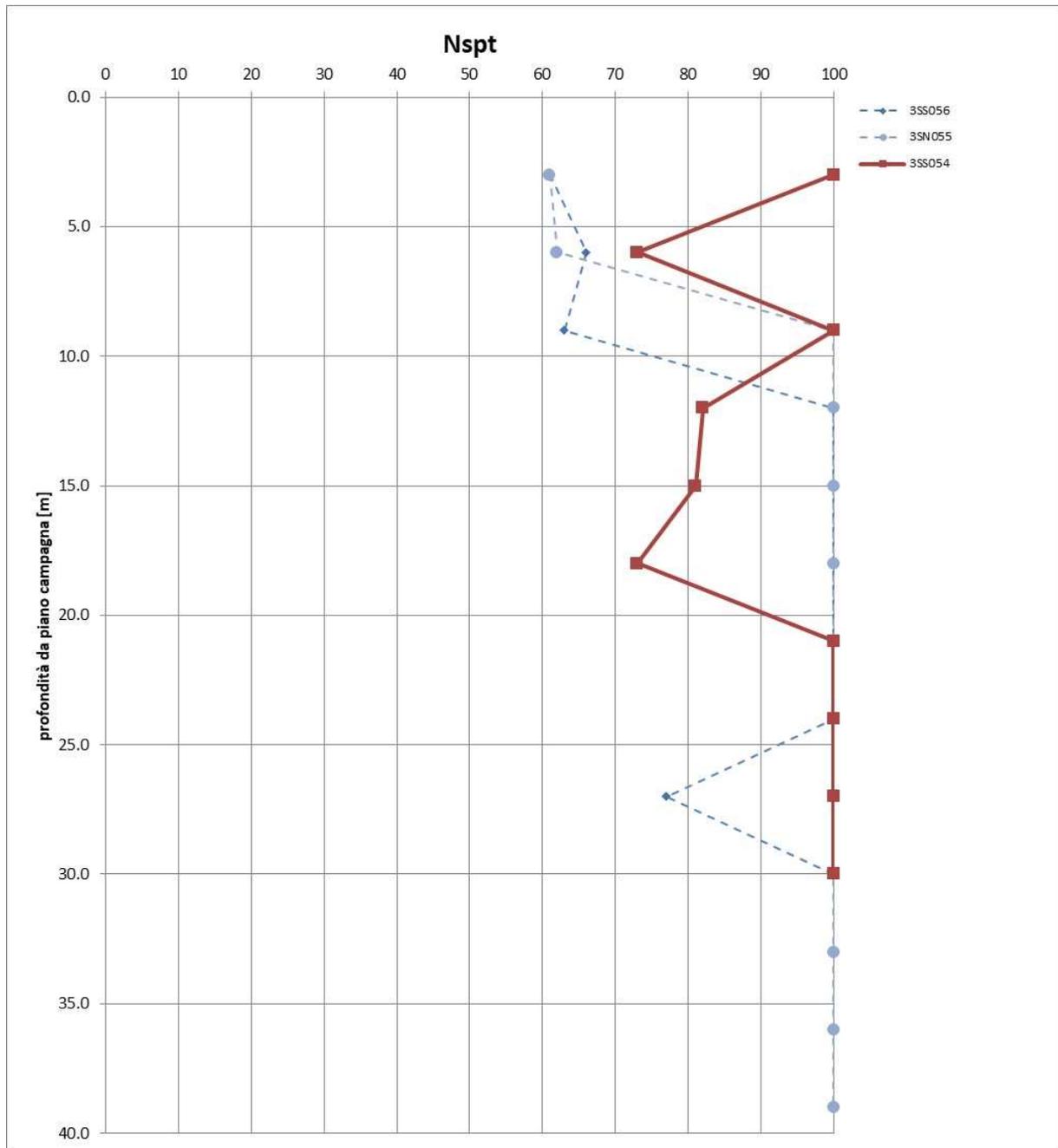


Figura 17-1 Andamento con la profondità di Nspt

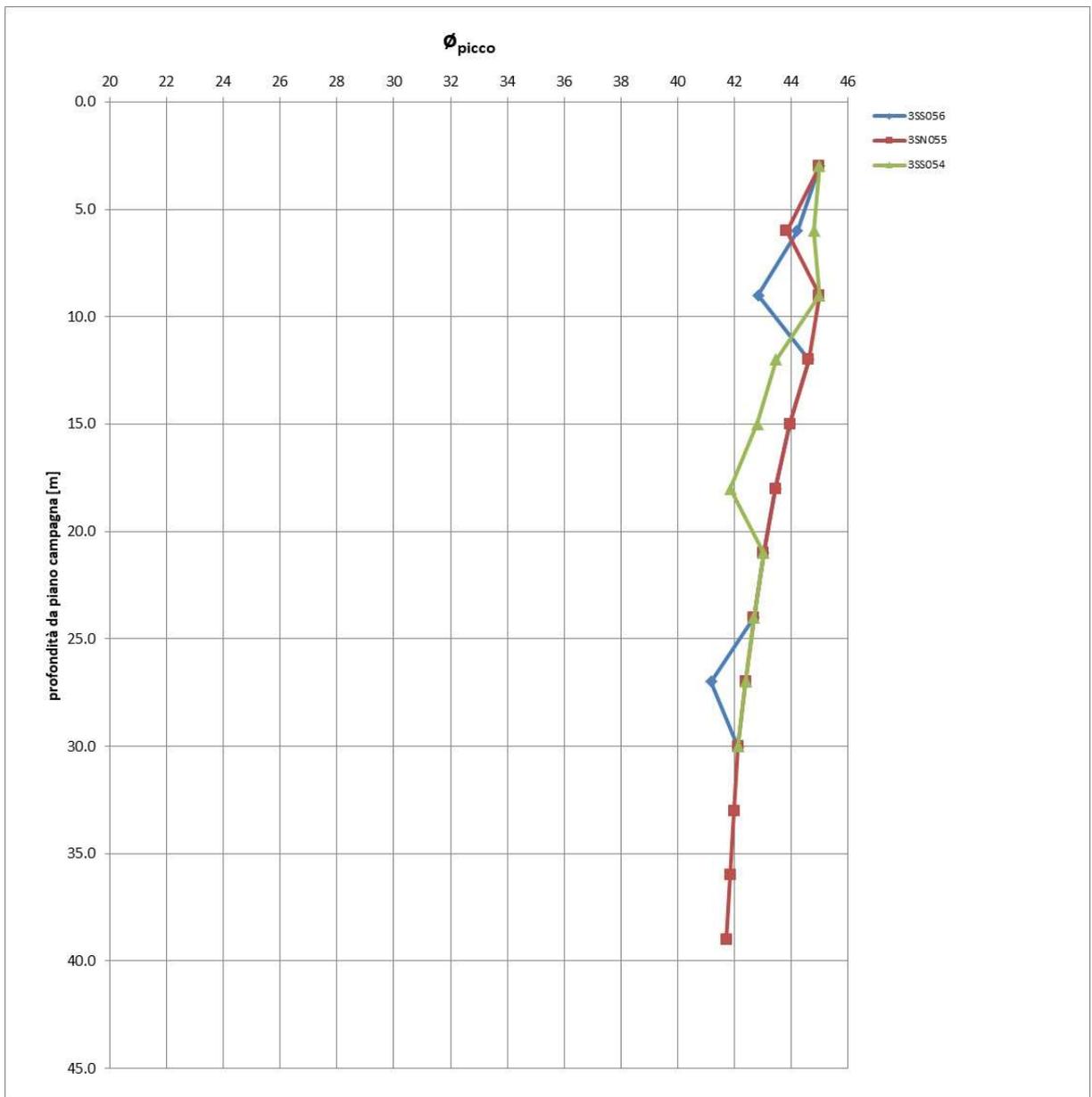


Figura 17-2 : Andamento con la profondità dell'angolo di resistenza al taglio di picco



Doc. N.

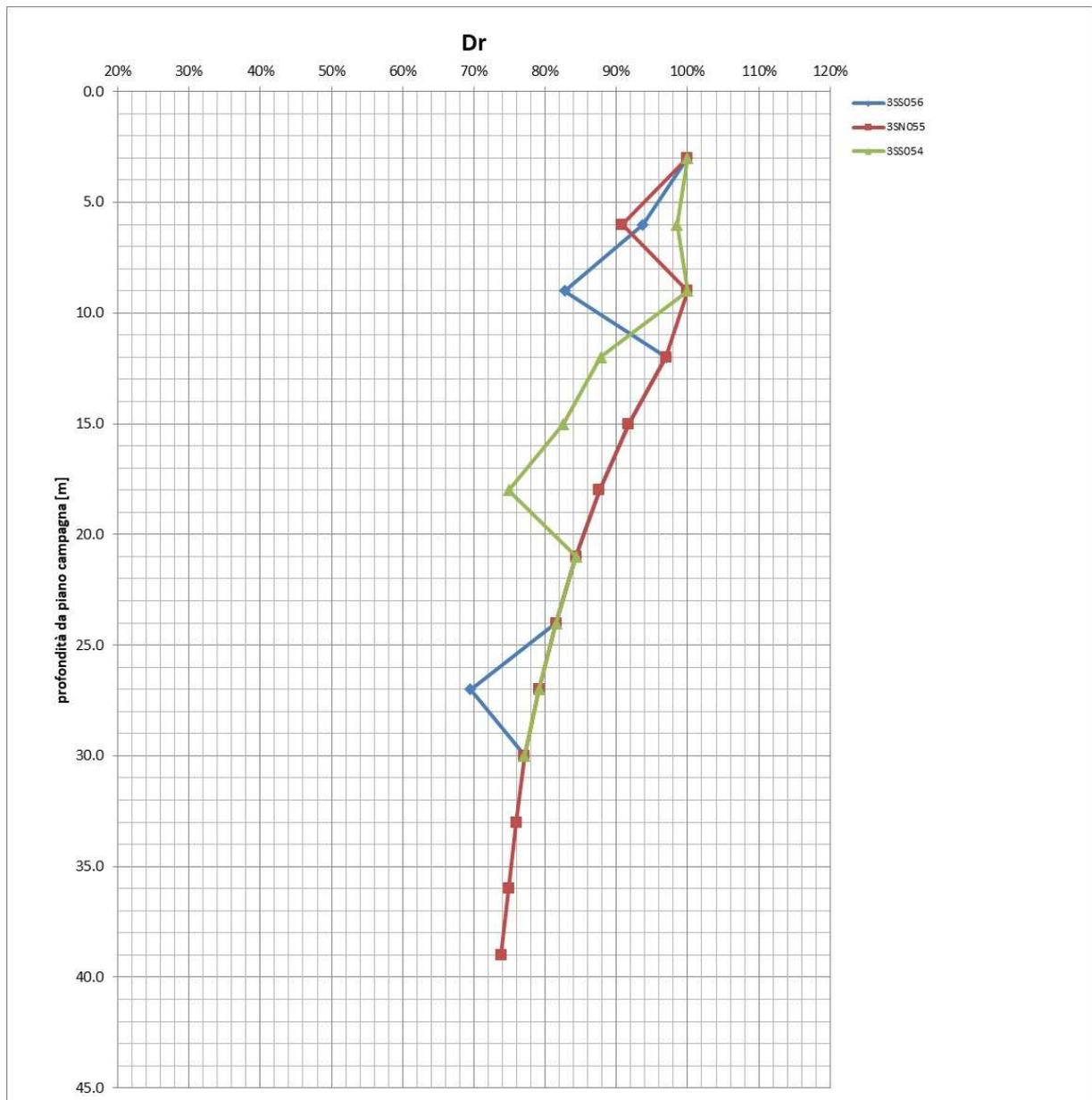
Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RB SLZ3 00 001Rev.
AFoglio
48 di 51

Figura 17-3: Andamento con la profondità della densità relativa ricavata dall'interpretazione dei risultati delle prove N_{SPT}

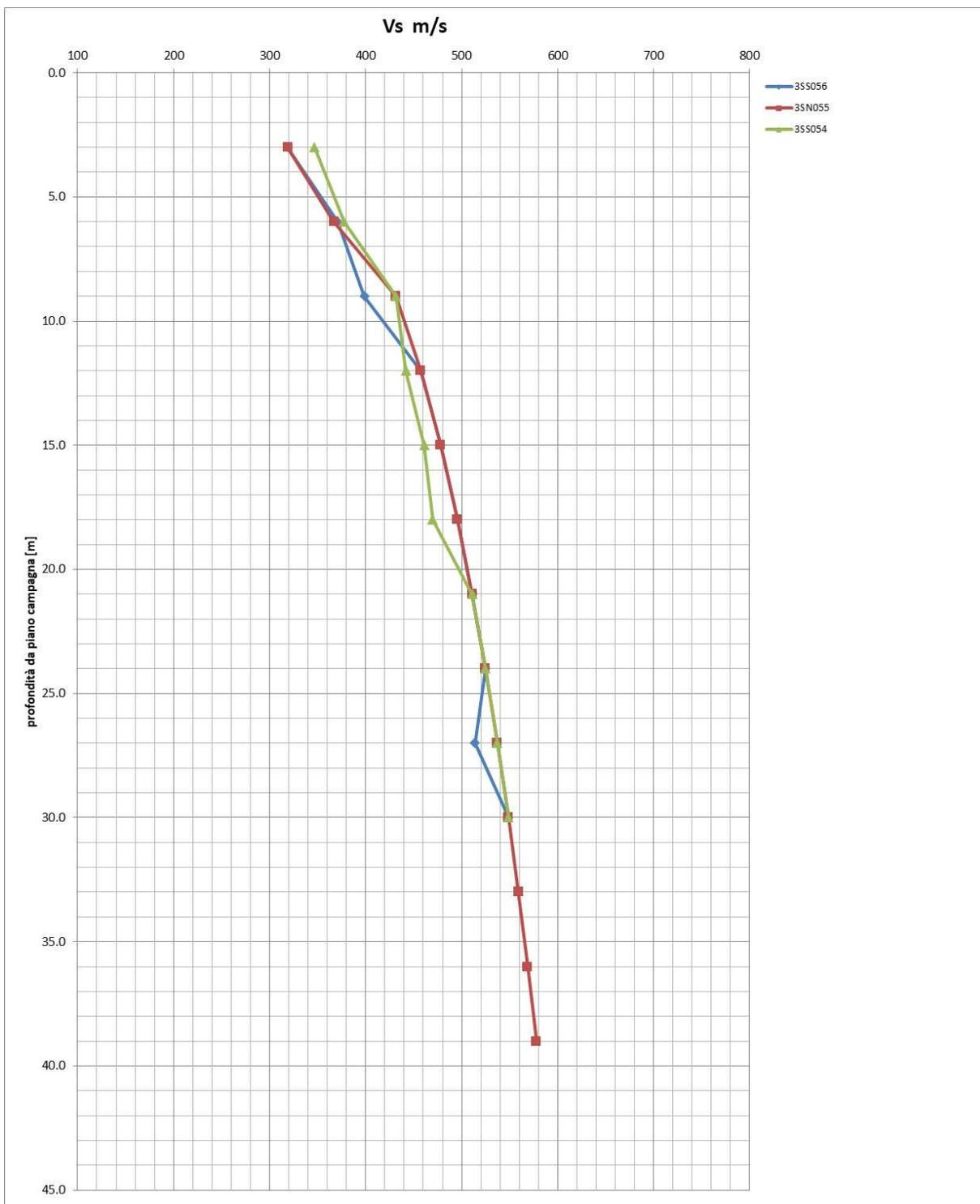
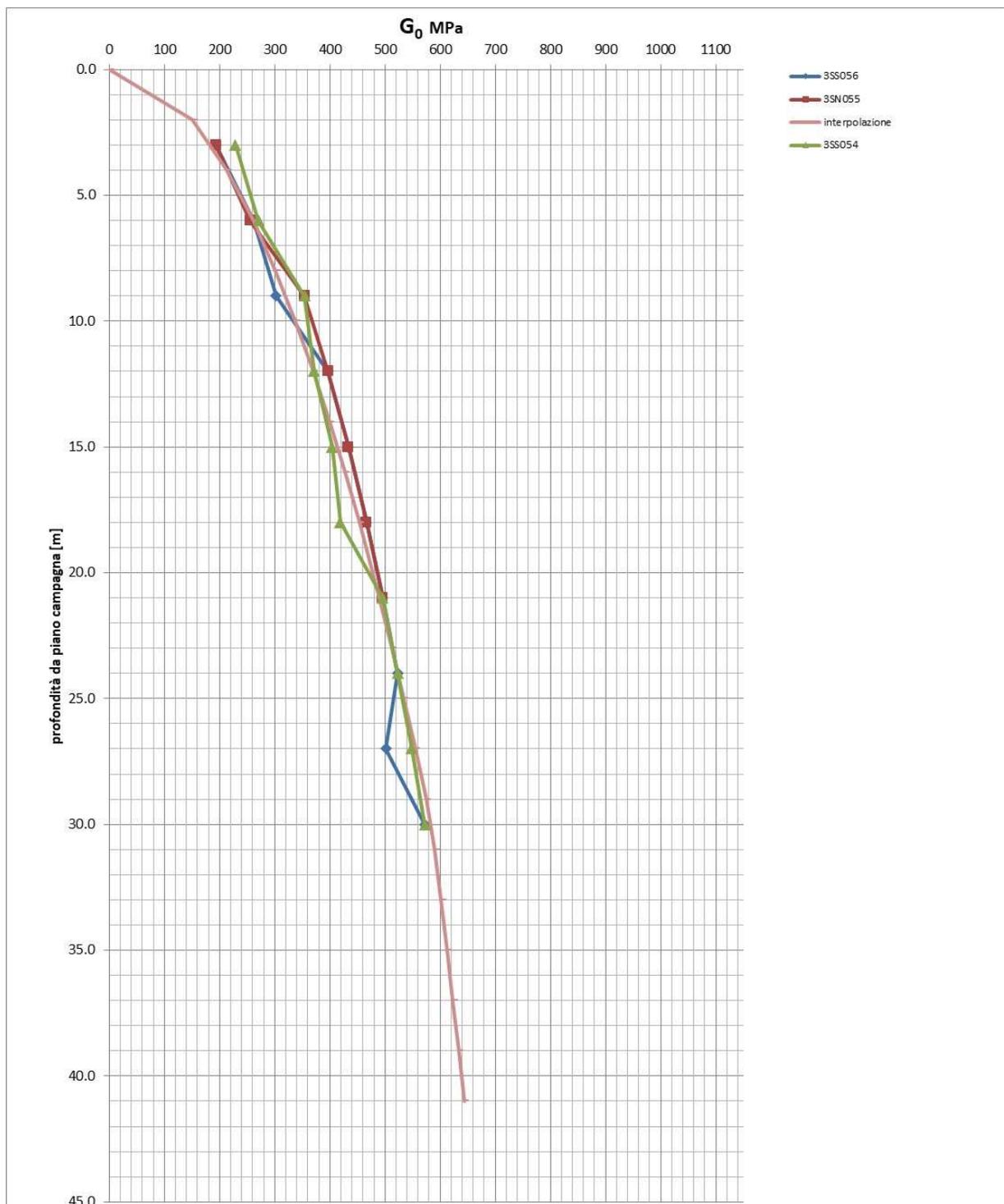


Figura 17-4 : Andamento con la profondità di Vs

Figura 17-5 : Andamento con la profondità del modulo iniziale G_0

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 RB SLZ3 00 001

Rev.
A

Foglio
51 di 51

ALLEGATI AL DOCUMENTO

CERTIFICATI DI CAMPAGNA DELLE INDAGINI

- 3SS056
- 3SN055
- 3SS054

Cepav due	SCHEDA DI CONTROLLO SCHEDA SONDAGGIO	SCHEDA N.: 66/SSP05B Pag. 2 di 2
CONSORZIATO ASSEGNATARIO:	AQUATER	Impresa Esecutrice: GEOTRIVELL TERAMO
CODICE PCQ DI CANTIERE:		
CODICE PCQ TIPOLOGICO:		FORM: QSP02C

Prof. (m)	Prof. strati (m)	simboli A.G.I.	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Pocket penetr (KPa)	Torvane (KPa)	S.P.T.			VANE TEST Valore max. (KPa)	% di carotaggio	PIEZOMETRO	
			Tipo	N.	Prof. (m)				Prof. (m)	N. colpi	Tipo			Schema Strum.	Ø (mm)
20,0		□		7	21,2	Sabbia limosa con ghiaia a luoghi livelli decimetrici di limo e sabbia con ghiaia. La ghiaia si presenta eterometrica (Ømax = 6-7 cm), polimorfa, da sub-angolare a sub-arrotondata, poligenica. Debolmente umida, molto addensata. Di colore marrone chiaro.			21,2	33/R14	▼		 Ø = 30 mm		
		□		8	24,0		24,0	R12	▼						
		□		9	27,1		27,1	31/40/R8	▼						
		□		10	30,0		30,0	39/R10	▼						
		□		11	34,0		34,0	35/R11	▼						
38,0		□		12	38,3	38,3	33/R14	▼							
40,0	2,0				Limo argilloso ghiaioso debolmente sabbioso. La ghiaia si presenta eterometrica (Ømax =5 cm), polimorfa, sub-angolare, poligenica. Umido. Molto consistente. Di colore marrone brunastro.										

DATA:	FIRMA DEL COMPILATORE:	FIRMA DEL GEOLOGO DIRETTORE DI CANTIERE:
-------	------------------------	--

	SCHEDA DI CONTROLLO TIPOLOGICA		SCHEDA DI CONTROLLO PERSONALIZZATA		SCHEDA DI CONTROLLO COMPLETA	
	APPROVAZIONE (AS)	ELABORAZIONE (E)	EMMISSIONE/VERIFICA (CQ di ASS)	VERIFICA CHIUSURA (CQ di ASS)		
DATA:						
FIRMA:						



3SN055 - Cassa 1 : da mt 0.00 a mt 5.00



3SN055 - Cassa 2 : da mt 5.00 a mt 10.00



3SN055 - Cassa 3 : da mt 10.00 a mt 15.00



3SN055 - Cassa 4 : da mt 15.00 a mt 20.00



3SN055 - Cassa 5 : da mt 20.00 a mt 25.00



3SN055 - Cassa 6 : da mt 25.00 a mt 30.00



3SN055 - Cassa 7 : da mt 30.00 a mt 35.00



3SN055 - Cassa 8 : da mt 35.00 a mt 40.00

Cepav due

SCHEDA DI CONTROLLO
SCHEDA SONDAGGIO

SCHEDA N.: **78/SSP05B**

Pag. 1 di 2

CONSORZIATO ASSEGNATARIO:

AQUATER

Impresa Esecutrice: **GEOTRIVELL TERAMO**

CODICE PCQ DI CANTIERE:

CODICE PCQ TIPOLOGICO:

FORM: QSP02C

LOTTO COSTRUTTIVO/OPERA: **3**

DA km **83+500** A km **113+000**

CODICE SONDAGGIO **3SS056**

PROGRESSIVA

QUOTA INIZIO (da P.C.) s.l.m. (m)

131,99

LOCALITÀ **Calcinato (Bs)**

DATA inizio **20/05/2004** DATA fine **22/05/2004**

TIPO SONDA **CMV MK 1250**

CODICE **1**

METODO PERFORAZIONE: **carotaggio continuo**

COORDINATE TOPOGRAFICHE E: **1609224,548**

N: **5035641,083**

Campione rimaneggiato

Campione indisturbato Shelby

Campione indisturbato Osterberg

Campione riman. da S.P.T.

Campione indist. Shelby non recuperato

Campione indisturbato Osterberg non recuperato

Campione riman. da Vane Test

S.P.T. con campionatore RAYMOND

S.P.T. con punta chiusa

Campione indisturbato rotativo

Casse N. 8

Foto N. 8

Quota falda (m)	Profond. Foro da p.c. (m)	Profond. rivestim. (m)	TEMPO DI LETTURA	
			gg	h
0,00	10,00	9,00	20/05/04	18.30
Assente	10,00	9,00	21/05/04	8.00
0,00	20,00	24,00	21/05/04	18.30

Prof. (m)	Prof. strati (m)	simboli A.G.I.	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Pocket penetr (KPa)	Torvane (KPa)	S.P.T.			VANE TEST Valore max (KPa)	% di carotaggio	PIEZOMETRO	
			Tipo	N.	Prof. (m)				Prof. (m)	N. colpi	Tipo			Schema Strum.	# (mm)
0,5	0,5					Terrano vegetale ad uso agricolo composto da sabbia limosa a luoghi ghiaioso, asciutto di colore marrone scuro.									
	6,2		<input type="checkbox"/>	1	3,0	Ghiaia con sabbia, i clasti sono eterometrici (Ø max 5 cm), poligenici da subangolari a subspigolosi a luoghi ciottoli Ø max 8 cm, asciutta da moderatamente addensata ad addensata.			3,0	15/25/36	▼				
	6,7		<input type="checkbox"/>	2	6,0				6,0	16/27/39	▼				
	5,3		<input type="checkbox"/>	3	9,0	Ghiaia con limo a luoghi debolmente sabbiosa, i clasti poligenici eterometrici (Ø max 4-5 cm), a luoghi ciottoli (Ø max 10 cm), asciutta, intorno ai 3,00 mt diviene debolmente umido. Addensata di colore marrone.			9,0	18/25/38	▼				
	12,0		<input type="checkbox"/>	4	12,0				12,0	20/R5	▼				
	8,0		<input type="checkbox"/>	5	15,0	Ghiaia sabbiosa a luoghi debolmente limosa, molto addensata, debolmente umida. I clasti sono poligenici eterometrici da subangolari a suarrotondati (Ø max 5 cm) a luoghi ciottoli Ø superiore a 10 cm.			15,0	23/39/R1 1	▼				
	20,0		<input type="checkbox"/>	6	18,2				18,2	30/R5	▼				

Cepav due	SCHEDA DI CONTROLLO SCHEDA SONDAGGIO	SCHEDA N.: 78/SSP05B Pag. 2 di 2
CONSORZIATO ASSEGNATARIO:	AQUATER	Impresa Esecutrice: GEOTRIVELL TERAMO
CODICE PCQ DI CANTIERE:		
CODICE PCQ TIPOLOGICO:		FORM: QSP02C

Prof. (m)	Prof. strati (m)	simboli A.G.I.	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Pocket penetr (KPa)	Torvane (KPa)	S.P.T.			VANE TEST Valore max. (KPa)	% di carota ggio	PIEZOMETRO	
			Tipo	N.	Prof. (m)				Prof. (m)	N. colpi	Tipo			Schema Strum.	# (mm)
25,0	5,0		<input type="checkbox"/>	7	21,2	Sabbia con ghiaia a luoghi debolmente limosa, sabbia da fine a grossa, i clasti sono poligenici eterometrici (Ø max 7 cm)., debolmente umida di colore marrone.			21,2	33/R7	▼				
			<input type="checkbox"/>	8	24,3				24,3	25/39/R3	▼				
40,0	15,0		<input type="checkbox"/>	9	27,1	Ghiaia a luoghi debolmente limosa con sabbia, molto addensata, i clasti sono poligenici eterometrici (Ø max 5 cm), a luoghi sono presenti ciottoli (Ømax 8 cm) debolmente umida di colore marrone.			27,1	24/37/40	▼				
			<input type="checkbox"/>	10	30,0				30,0	27/39/R6	▼				
			<input type="checkbox"/>	11	34,4				34,4	33/R13	▼				
			<input type="checkbox"/>	12	38,5				38,5	30/47/R6	▼				

DATA: _____ FIRMA DEL COMPILATORE: _____ FIRMA DEL GEOLOGO DIRETTORE DI CANTIERE: _____

	SCHEDA DI CONTROLLO TIPOLOGICA	SCHEDA DI CONTROLLO PERSONALIZZATA		SCHEDA DI CONTROLLO COMPLETA
	APPROVAZIONE (AS)	ELABORAZIONE (E)	EMISSIONE/VERIFICA (CQ di ASS)	VERIFICA CHIUSURA (CQ di ASS)
DATA:				
FIRMA:				



3SS056 - Cassa 1 : da mt 0.00 a mt 5.00



3SS056 - Cassa 2 : da mt 5.00 a mt 10.00



3SS056 - Cassa 3 : da mt 10.00 a mt 15.00



3SS056 - Cassa 4 : da mt 15.00 a mt 20.00



3SS056 - Cassa 5 : da mt 20.00 a mt 25.00



3SS056 - Cassa 6 : da mt 25.00 a mt 30.00



3SS056 - Cassa 7 : da mt 30.00 a mt 35.00



3SS056 - Cassa 8 : da mt 35.00 a mt 40.00



COMMITTENTE: CEPAVDUE
 LOCALITÀ: Linea A.C. Milano-Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SN055
 CAMPIONE: 01C
 PROFONDITÀ' (m): 3.30
 Data apertura campione: 21/07/2004

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY ALTRO CONTENITORE
 ALTRA FUSTELLA CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA GRANULOMETRIA TAGLIO DIRETTO C.D.
 PESO DI VOLUME NATURALE SEDIMENTAZIONE COMPRESSIONE E.L.L.
 PESO SPECIFICO DEI GRANI PROVA DI COSTIP. MODIF. EDOMETRIA
 LIMITE DI ATTERBERG PROVA DI COSTIP. STANDARD COEFF. DI CONSOLIDAZIONE
 CLASSIFICAZIONE C.B.R. POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Ghiaia con sabbia e limo di colore grigio giallastro.	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
02/08/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

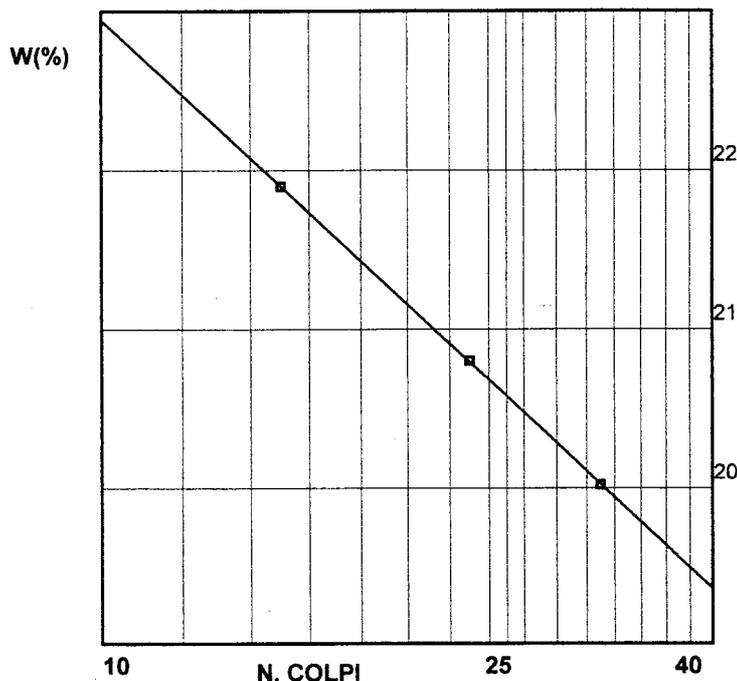
Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

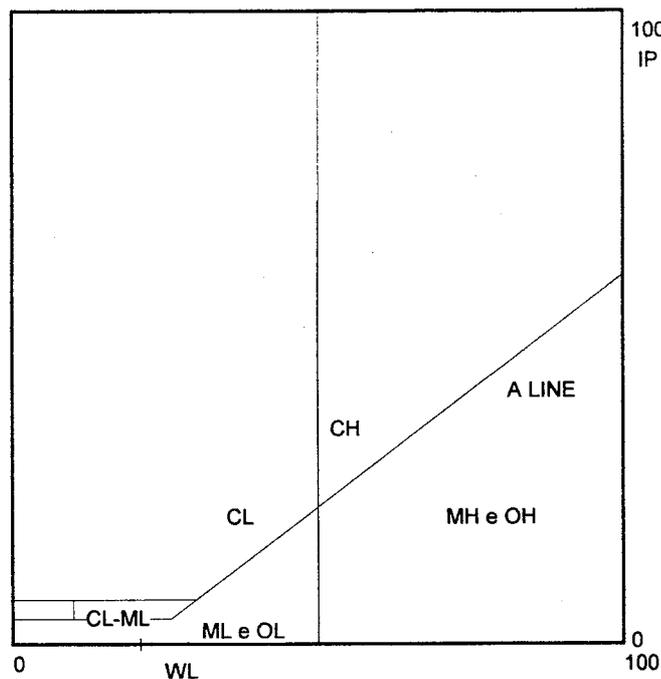
SONDAGGIO: 3SN055
 CAMPIONE: 01C
 PROFONDITA', m: 3.30
 Data esecuzione prove: 21-26/07/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= -
 (CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO %= 21
 (CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO %= N.P.
 (CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO %= N.P.

INDICE DI CONSISTENZA= -

INDICE DI GRUPPO= -

PESO DI VOLUME kN/mc= -
 (ASTM D 2435-02)

ARGILLA %= -

ATTIVITA'= 0.4

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-1-b

CLASSIFICAZIONE USCS :GM

NOTA:

Data di emissione:
 02/08/2004

Verbale di accettazione:
 791

Lo sperimentatore
 Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
 Dott. F. ORI

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
 [ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	39.40
40	0.420	30.79
200	0.074	18.65

LIMITE DI RITIRO %= -
 (CNR-UNI 10014)

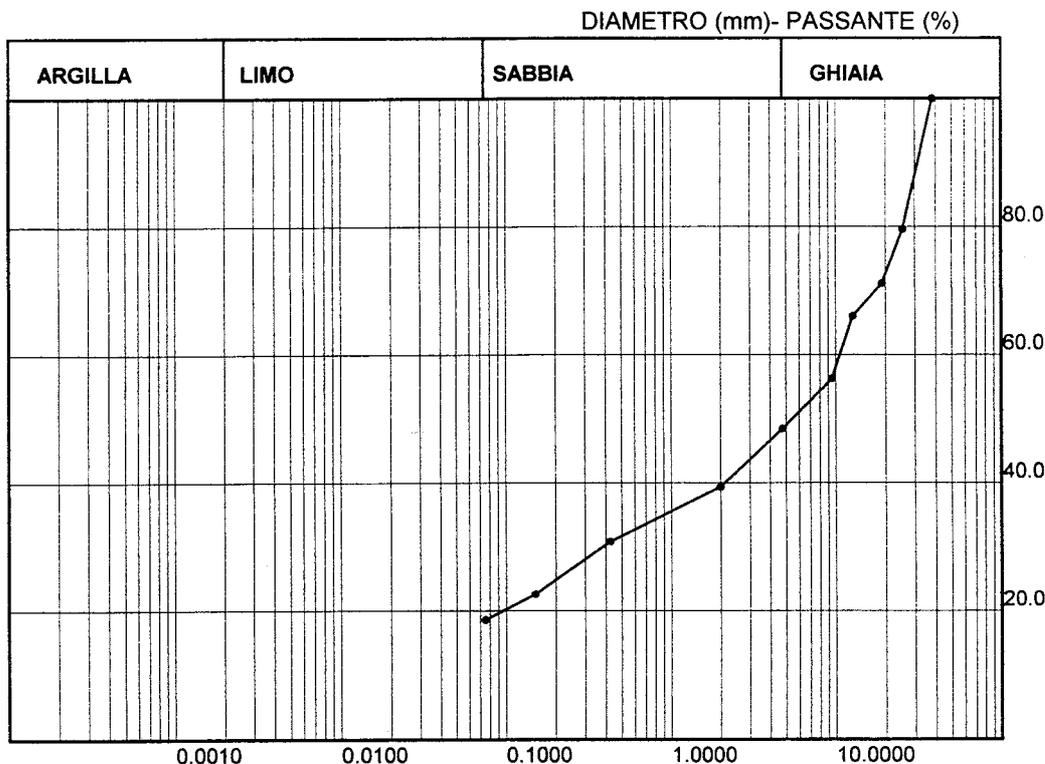
CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: Rimaneggiato

COMMITTENTE: CEPAV DUE
LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
CANTIERE: Lotto 3
Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SN055
CAMPIONE: 01C
PROFONDITA', m: 3.30
Data esecuzione prove: 21-26/07/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 501.26

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
38.100	0.00	100.00
25.400	102.30	79.59
19.050	42.17	71.18
12.700	25.89	66.01
9.500	48.54	56.33
4.750	39.41	48.47
2.000	45.46	39.40
0.425	43.17	30.79
0.150	41.05	22.60
0.075	19.80	18.65

GHIAIA, %= 51.53
SABBIA, %= 29.82
LIMO + ARGILLA, %= 18.65

Tipo di campione: Rimaneggiato
^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA: A causa delle dimensioni del campione la prova è stata eseguita su di un quantitativo inferiore a quanto previsto dalla norma.

Data di emissione:
02/08/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI



COMMITTENTE: CEPAVDUE
 LOCALITÀ: Linea A.C. Milano-Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SN055
 CAMPIONE: 02C
 PROFONDITÀ' (m): 6.30
 Data apertura campione: 21/07/2004

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

ALTRO CONTENITORE

ALTRA FUSTELLA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA

GRANULOMETRIA

TAGLIO DIRETTO C.D.

PESO DI VOLUME NATURALE

SEDIMENTAZIONE

COMPRESSIONE E.L.L.

PESO SPECIFICO DEI GRANI

PROVA DI COSTIP. MODIF.

EDOMETRIA

LIMITE DI ATTERBERG

PROVA DI COSTIP. STANDARD

COEFF. DI CONSOLIDAZIONE

CLASSIFICAZIONE

C.B.R.

POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Limo argilloso di colore giallastro con sabbia e ghiaia.	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
02/08/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE

LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona

CANTIERE: Lotto 3

Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SN055

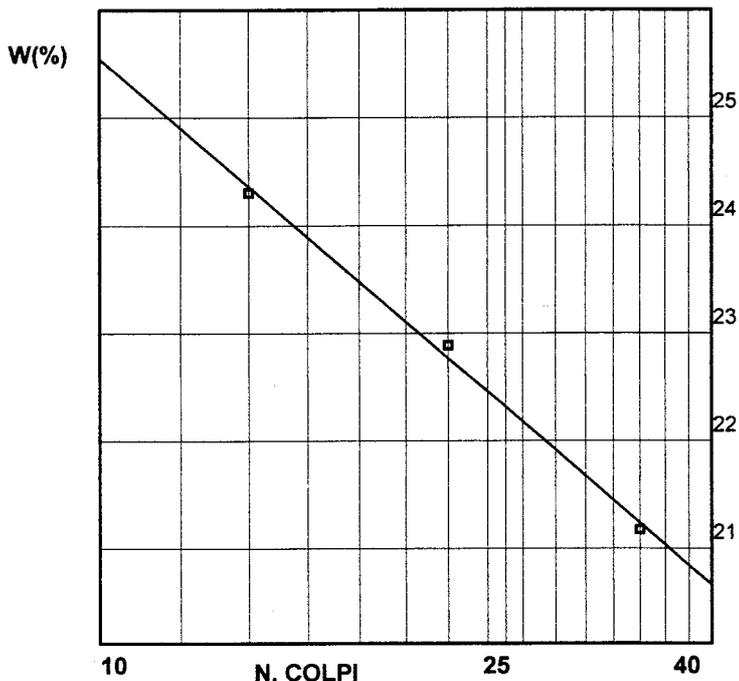
CAMPIONE: 02C

PROFONDITA', m: 6.30

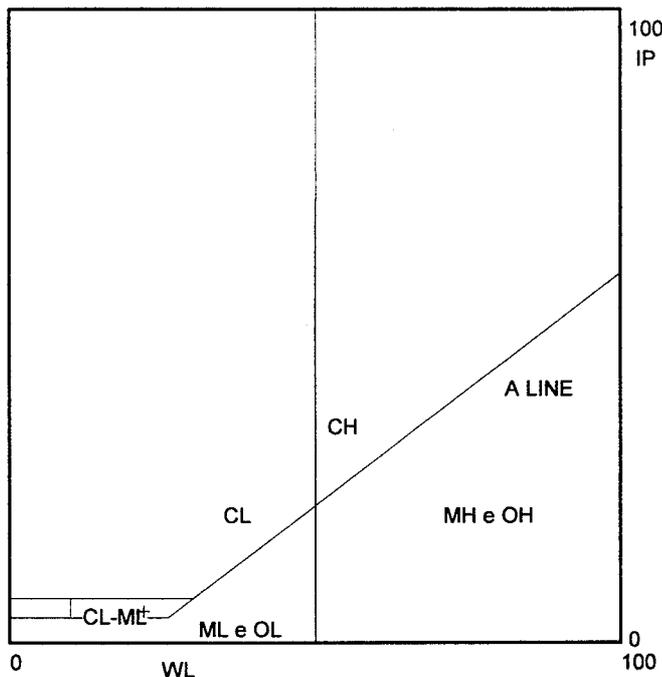
Data esecuzione prove: 21-26/07/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= -
(CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO %= 22
(CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO %= 17
(CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO %= 5

INDICE DI CONSISTENZA= -

INDICE DI GRUPPO= 4

PESO DI VOLUME kN/mc= -
(ASTM D 2435-02)

ARGILLA %= 17.3

ATTIVITA'= 0.3

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-4

CLASSIFICAZIONE USCS :CL-ML

NOTA:

Data di emissione:
02/08/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

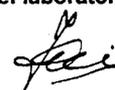
CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
[ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	72.72
40	0.420	63.17
200	0.074	54.14

LIMITE DI RITIRO %= -
(CNR-UNI 10014)

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: Rimaneggiato

COMMITTENTE: CEPAV DUE

LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona

CANTIERE: Lotto 3

Data ricevimento campione: 16/06/2004

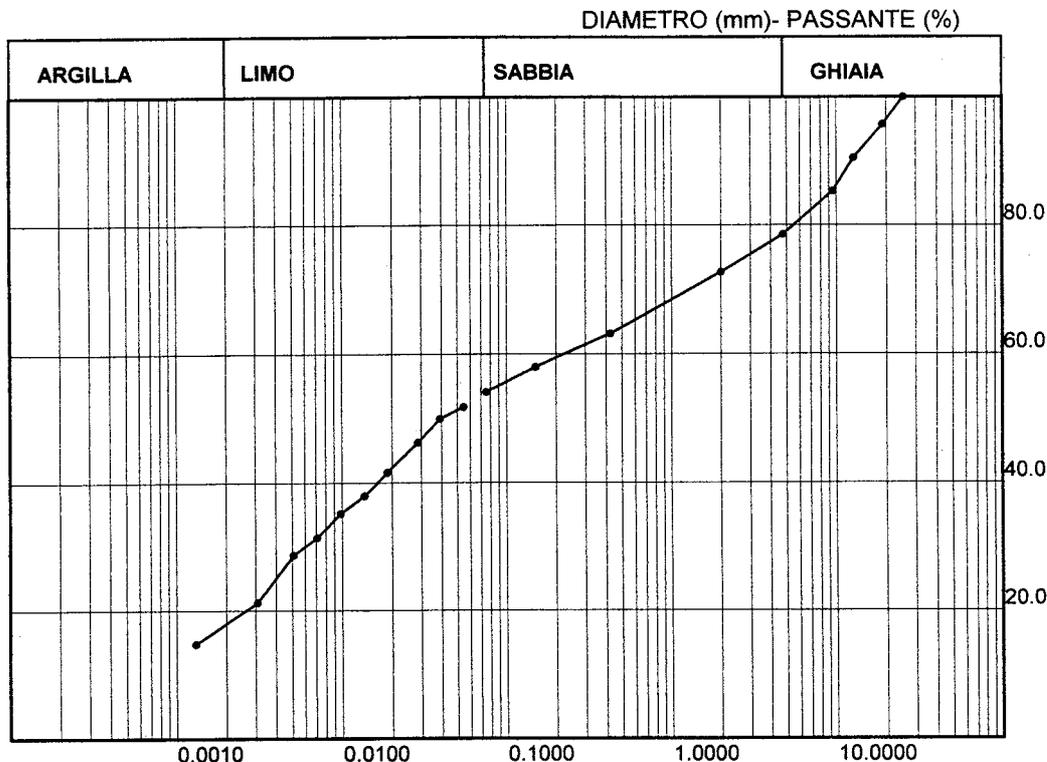
SONDAGGIO: 3SN055

CAMPIONE: 02C

PROFONDITA', m: 6.30

Data esecuzione prove: 21-26/07/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 623.07

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
25.400	0.00	100.00
19.050	26.82	95.70
12.700	32.31	90.51
9.500	32.41	85.31
4.750	42.11	78.55
2.000	36.33	72.72
0.425	59.49	63.17
0.150	32.22	58.00
0.075	24.07	54.14

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 50.20

Diametro equiv. mm	Areometro	Passante %
0.0545	1.028	51.80
0.0392	1.027	49.95
0.0285	1.025	46.25
0.0187	1.022	41.62
0.0136	1.020	37.92
0.0098	1.019	35.15
0.0071	1.017	31.45
0.0051	1.016	28.67
0.0031	1.012	21.27
0.0013	1.008	14.80

GHIAIA, %= 21.45
SABBIA, %= 24.41
LIMO, %= 36.79
ARGILLA, %= 17.34

Tipo di campione: Rimaneggiato

^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA: A causa delle dimensioni del campione la prova è stata eseguita su di un quantitativo inferiore a quanto previsto dalla norma.

Data di emissione:
02/08/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI





COMMITTENTE: CEPAVDUE
 LOCALITÀ: Linea A.C. Milano-Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SN055
 CAMPIONE: 03C
 PROFONDITÀ' (m): 9.00
 Data apertura campione: 21/07/2004

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY ALTRO CONTENITORE X
 ALTRA FUSTELLA CAMPIONE RIMANEGGIATO X

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA GRANULOMETRIA TAGLIO DIRETTO C.D.
 PESO DI VOLUME NATURALE SEDIMENTAZIONE COMPRESSIONE E.L.L.
 PESO SPECIFICO DEI GRANI PROVA DI COSTIP. MODIF. EDOMETRIA
 LIMITE DI ATTERBERG PROVA DI COSTIP. STANDARD COEFF. DI CONSOLIDAZIONE
 CLASSIFICAZIONE C.B.R. POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Ghiaia con sabbia e limo di colore giallo grigiastro chiaro.	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
02/08/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI



COMMITTENTE: CEPVDUE
LOCALITÀ: Linea A.C. Milano-Verona
CANTIERE: Lotto 3
Data ricevimento campione: 16/06/2004
SONDAGGIO: 3SN055
CAMPIONE: 04C
PROFONDITÀ' (m): 12.20
Data apertura campione: 21/07/2004

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY ALTRO CONTENITORE
ALTRA FUSTELLA CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA GRANULOMETRIA TAGLIO DIRETTO C.D.
PESO DI VOLUME NATURALE SEDIMENTAZIONE COMPRESSIONE E.L.L.
PESO SPECIFICO DEI GRANI PROVA DI COSTIP. MODIF. EDOMETRIA
LIMITE DI ATTERBERG PROVA DI COSTIP. STANDARD COEFF. DI CONSOLIDAZIONE
CLASSIFICAZIONE C.B.R. POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Limo sabbioso grigio con ghiaia poligenica di diametro massimo pari a 2-3 cm..	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
02/08/2004Verbale di accettazione:
791Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLOIl Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI



COMMITTENTE: CEPAVDUE
 LOCALITÀ: Linea A.C. Milano-Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SN055
 CAMPIONE: 05C
 PROFONDITÀ' (m): 14.80
 Data apertura campione: 21/07/2004

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

ALTRO CONTENITORE

ALTRA FUSTELLA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA

GRANULOMETRIA

TAGLIO DIRETTO C.D.

PESO DI VOLUME NATURALE

SEDIMENTAZIONE

COMPRESSIONE E.L.L.

PESO SPECIFICO DEI GRANI

PROVA DI COSTIP. MODIF.

EDOMETRIA

LIMITE DI ATTERBERG

PROVA DI COSTIP. STANDARD

COEFF. DI CONSOLIDAZIONE

CLASSIFICAZIONE

C.B.R.

POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Ghiaia poligenica di diametro massimo pari a 1 cm circa con sabbia e limo argilloso grigio.	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
02/08/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

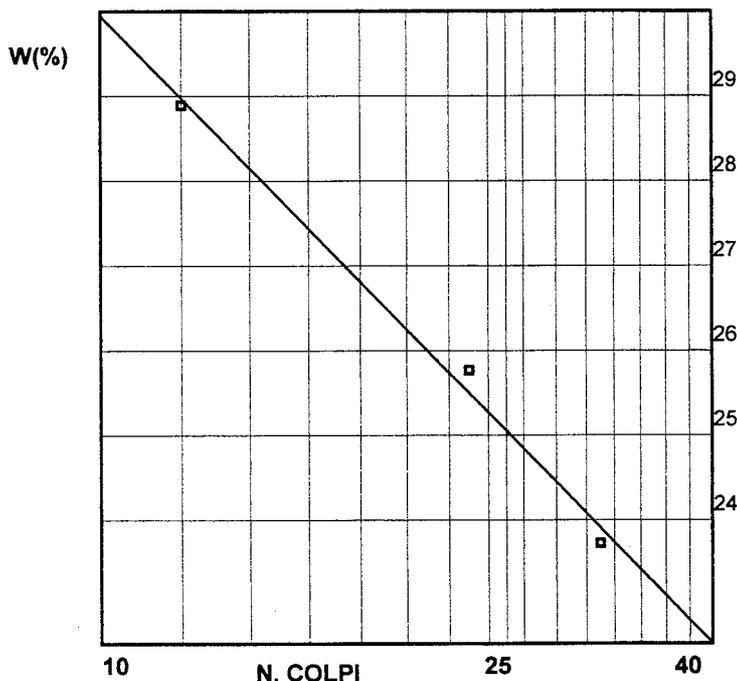
Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

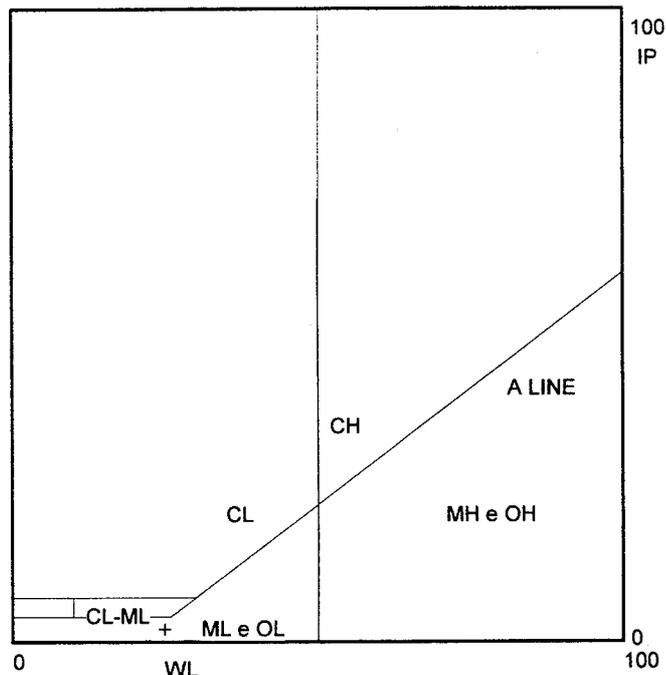
SONDAGGIO: 3SN055
 CAMPIONE: 05C
 PROFONDITA', m: 14.80
 Data esecuzione prove: 21-26/07/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= -
 (CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO %= 25
 (CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO %= 23
 (CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO %= 2

INDICE DI CONSISTENZA= -

INDICE DI GRUPPO= -

PESO DI VOLUME kN/mc= -
 (ASTM D 2435-02)

ARGILLA %= 12.3

ATTIVITA'= 0.2

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-2-4

CLASSIFICAZIONE USCS :SM

NOTA:

Data di emissione:
 02/08/2004

Verbale di accettazione:
 791

Lo sperimentatore
 Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
 Dott. F. ORI

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
 [ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	53.42
40	0.420	46.09
200	0.074	29.80

LIMITE DI RITIRO %= -
 (CNR-UNI 10014)

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: Rimaneggiato

COMMITTENTE: CEPAV DUE

LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona

CANTIERE: Lotto 3

Data ricevimento campione: 16/06/2004

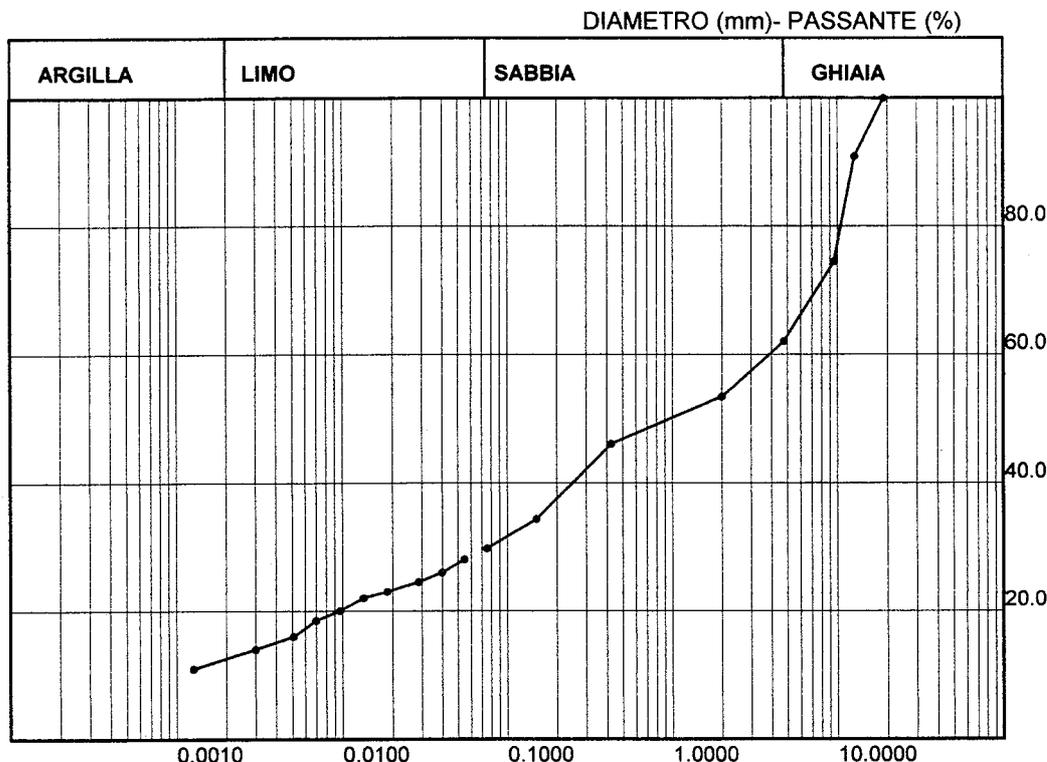
SONDAGGIO: 3SN055

CAMPIONE: 05C

PROFONDITA', m: 14.80

Data esecuzione prove: 21-26/07/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 421.09

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
19.050	0.00	100.00
12.700	38.44	90.87
9.500	69.16	74.45
4.750	52.14	62.07
2.000	36.41	53.42
0.425	30.87	46.09
0.150	49.32	34.38
0.075	19.27	29.80

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 50.05

Diametro equiv. mm	Areometro -	Passante %
0.0545	1.028	28.07
0.0398	1.026	26.06
0.0288	1.024	24.56
0.0186	1.023	23.05
0.0133	1.022	22.05
0.0097	1.020	20.05
0.0070	1.018	18.54
0.0051	1.016	16.04
0.0030	1.014	14.03
0.0013	1.011	11.03

GHIAIA, %= 37.93
SABBIA, %= 32.27
LIMO, %= 17.49
ARGILLA, %= 12.30

Tipo di campione: Rimaneggiato

^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA: A causa delle dimensioni del campione la prova è stata eseguita su di un quantitativo inferiore a quanto previsto dalla norma.

Data di emissione:
02/08/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI





COMMITTENTE: CEPAVDUE
 LOCALITÀ: Linea A.C. Milano-Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SN055
 CAMPIONE: 06C
 PROFONDITÀ' (m): 18.00
 Data apertura campione: 21/07/2004

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

ALTRO CONTENITORE

ALTRA FUSTELLA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA

GRANULOMETRIA

TAGLIO DIRETTO C.D.

PESO DI VOLUME NATURALE

SEDIMENTAZIONE

COMPRESSIONE E.L.L.

PESO SPECIFICO DEI GRANI

PROVA DI COSTIP. MODIF.

EDOMETRIA

LIMITE DI ATTERBERG

PROVA DI COSTIP. STANDARD

COEFF. DI CONSOLIDAZIONE

CLASSIFICAZIONE

C.B.R.

POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Ghiaia poligenica di diametro massimo pari a 3-4 cm circa con sabbia e limo argilloso grigio.	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
02/08/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI



COMMITTENTE: CEPAVDUE
 LOCALITÀ: Linea A.C. Milano-Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SN055
 CAMPIONE: 07C
 PROFONDITÀ' (m): 21.10
 Data apertura campione: 21/07/2004

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

ALTRO CONTENITORE

ALTRA FUSTELLA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA

GRANULOMETRIA

TAGLIO DIRETTO C.D.

PESO DI VOLUME NATURALE

SEDIMENTAZIONE

COMPRESSIONE E.L.L.

PESO SPECIFICO DEI GRANI

PROVA DI COSTIP. MODIF.

EDOMETRIA

LIMITE DI ATTERBERG

PROVA DI COSTIP. STANDARD

COEFF. DI CONSOLIDAZIONE

CLASSIFICAZIONE

C.B.R.

POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Ghiaia poligenica di diametro massimo pari a 3-4 cm circa con sabbia e limo argilloso di colore giallastro chiaro.	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
02/08/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

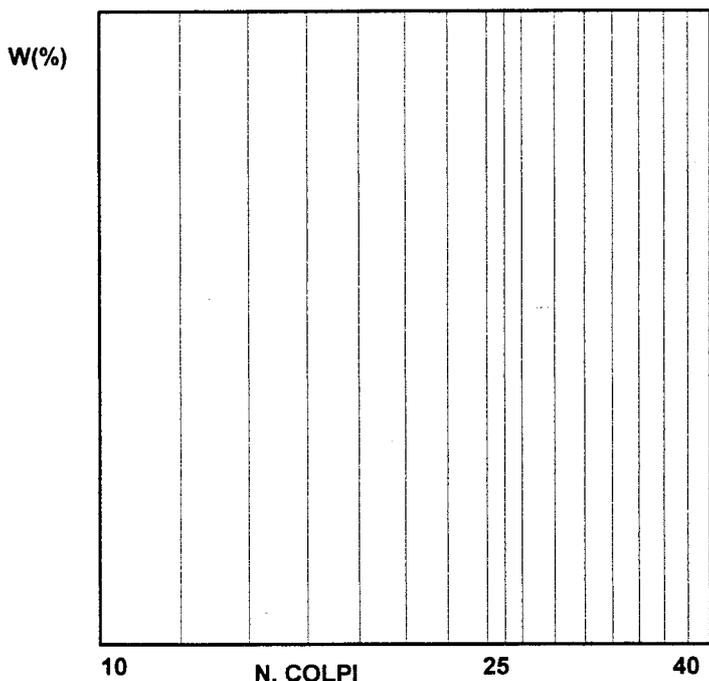
Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

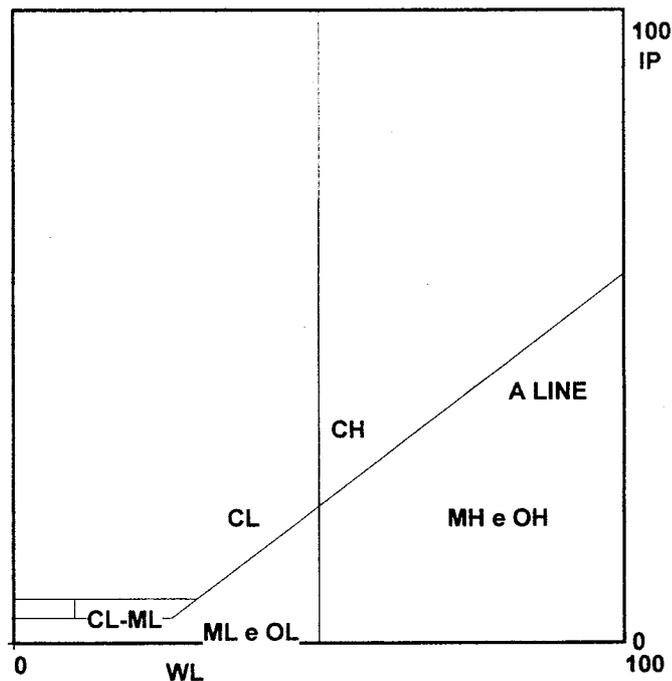
SONDAGGIO: 3SN055
 CAMPIONE: 07C
 PROFONDITA', m: 21.10
 Data esecuzione prove: 21-26/07/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= -
 (CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO %= N.D.
 (CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO %= N.P.
 (CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO %= N.P.

INDICE DI CONSISTENZA= -

INDICE DI GRUPPO= -

PESO DI VOLUME kN/mc= -
 (ASTM D 2435-02)

ARGILLA %= -

ATTIVITA'= 0.2

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-1-a

CLASSIFICAZIONE USCS :GM-GP

NOTA:

Data di emissione:
 02/08/2004

Verbale di accettazione:
 791

Lo sperimentatore
 Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
 Dott. F. ORI

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
 [ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	30.61
40	0.420	18.98
200	0.074	10.75

LIMITE DI RITIRO %= -
 (CNR-UNI 10014)

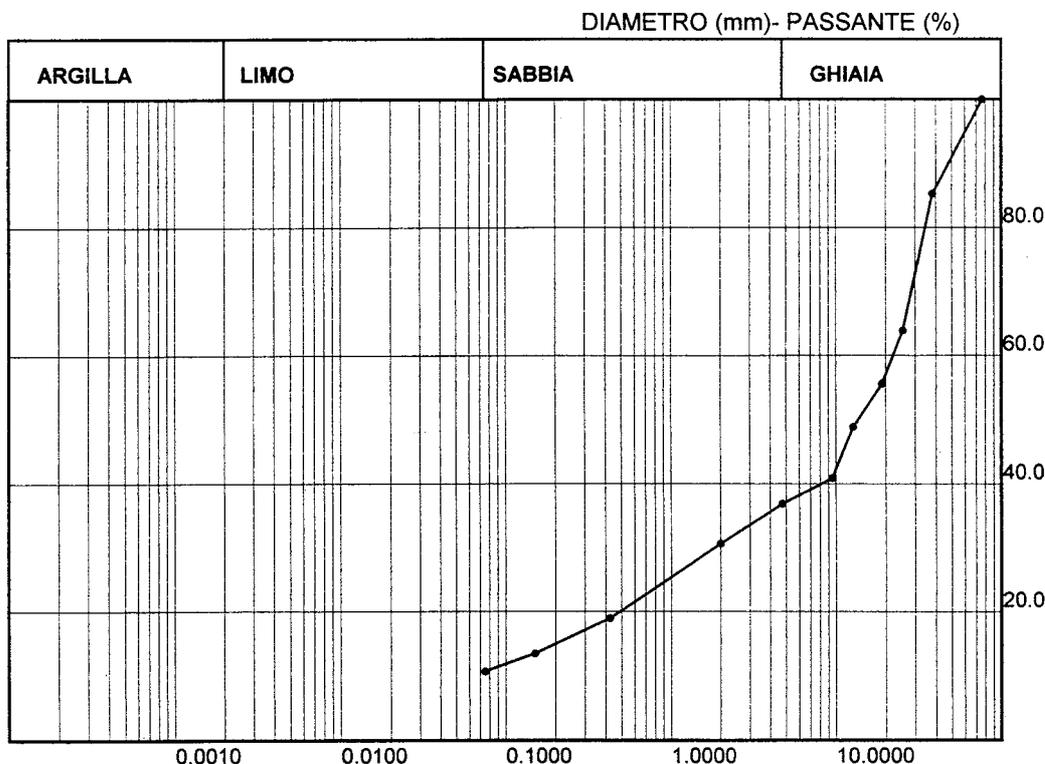
CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE:

COMMITTENTE: CEPAV DUE
LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
CANTIERE: Lotto 3
Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SN055
CAMPIONE: 07C
PROFONDITA', m: 21.10
Data esecuzione prove: 21-26/07/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 379.68

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
76.200	0.00	100.00
38.100	55.89	85.28
25.400	81.22	63.89
19.050	31.42	55.61
12.700	25.71	48.84
9.500	30.18	40.89
4.750	15.29	36.87
2.000	23.76	30.61
0.425	44.13	18.98
0.150	20.83	13.50
0.075	10.42	10.75

GHIAIA, %= 63.13
SABBIA, %= 26.11
LIMO + ARGILLA, %= 10.75

Tipo di campione: Rimaneggiato
^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA: A causa delle dimensioni del campione la prova è stata eseguita su di un quantitativo inferiore a quanto previsto dalla norma.

Data di emissione:
02/08/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

COMMITTENTE:	CEPAVDUE	SONDAGGIO:	3SN055
LOCALITÀ:	Linea A.C. Milano-Verona	CAMPIONE:	09C
CANTIERE:	Lotto 3	PROFONDITÀ' (m):	27.10
Data ricevimento campione:	16/06/2004	Data apertura campione:	21/07/2004

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY <input type="checkbox"/>	ALTRO CONTENITORE <input checked="" type="checkbox"/>
ALTRA FUSTELLA <input type="checkbox"/>	CAMPIONE RIMANEGGIATO <input checked="" type="checkbox"/>

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA <input type="checkbox"/>	GRANULOMETRIA <input checked="" type="checkbox"/>	TAGLIO DIRETTO C.D. <input type="checkbox"/>
PESO DI VOLUME NATURALE <input type="checkbox"/>	SEDIMENTAZIONE <input type="checkbox"/>	COMPRESSIONE E.L.L. <input type="checkbox"/>
PESO SPECIFICO DEI GRANI <input type="checkbox"/>	PROVA DI COSTIP. MODIF. <input type="checkbox"/>	EDOMETRIA <input type="checkbox"/>
LIMITE DI ATTERBERG <input checked="" type="checkbox"/>	PROVA DI COSTIP. STANDARD <input type="checkbox"/>	COEFF. DI CONSOLIDAZIONE <input type="checkbox"/>
CLASSIFICAZIONE <input checked="" type="checkbox"/>	C.B.R. <input type="checkbox"/>	POINT LOAD TEST <input type="checkbox"/>

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Ghiaia poligenica di diametro massimo pari a 2-3 cm circa con sabbia e limo argilloso di colore giallastro chiaro.	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

 Data di emissione:
02/08/2004

 Verbale di accettazione:
791

 Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

 Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI

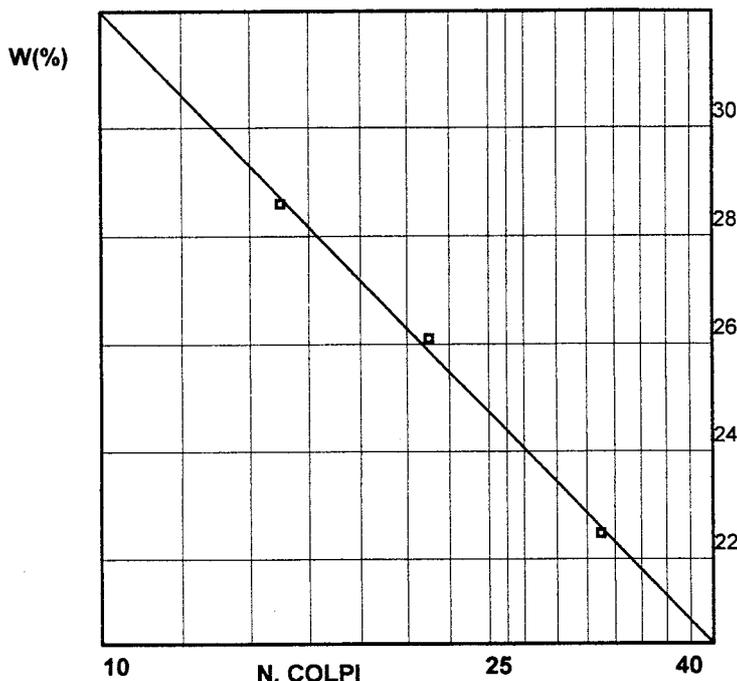


COMMITTENTE: CEPAV DUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

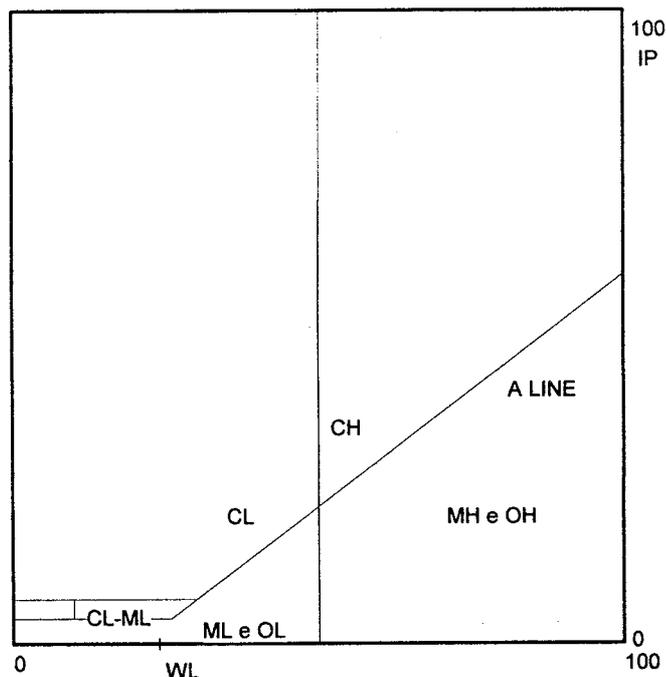
SONDAGGIO: 3SN055
 CAMPIONE: 09C
 PROFONDITA', m: 27.10
 Data esecuzione prove: 21-26/07/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= -
 (CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO %= 24
 (CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO %= N.P.
 (CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO %= N.P.

INDICE DI CONSISTENZA= -

INDICE DI GRUPPO= -

PESO DI VOLUME kN/mc= -
 (ASTM D 2435-02)

ARGILLA %= -

ATTIVITA'= 0.2

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-2-4

CLASSIFICAZIONE USCS :GM

NOTA:

Data di emissione:
 02/08/2004

Verbale di accettazione:
 791

Lo sperimentatore
 Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
 Dott. F. ORI

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
 [ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	44.14
40	0.420	39.19
200	0.074	28.78

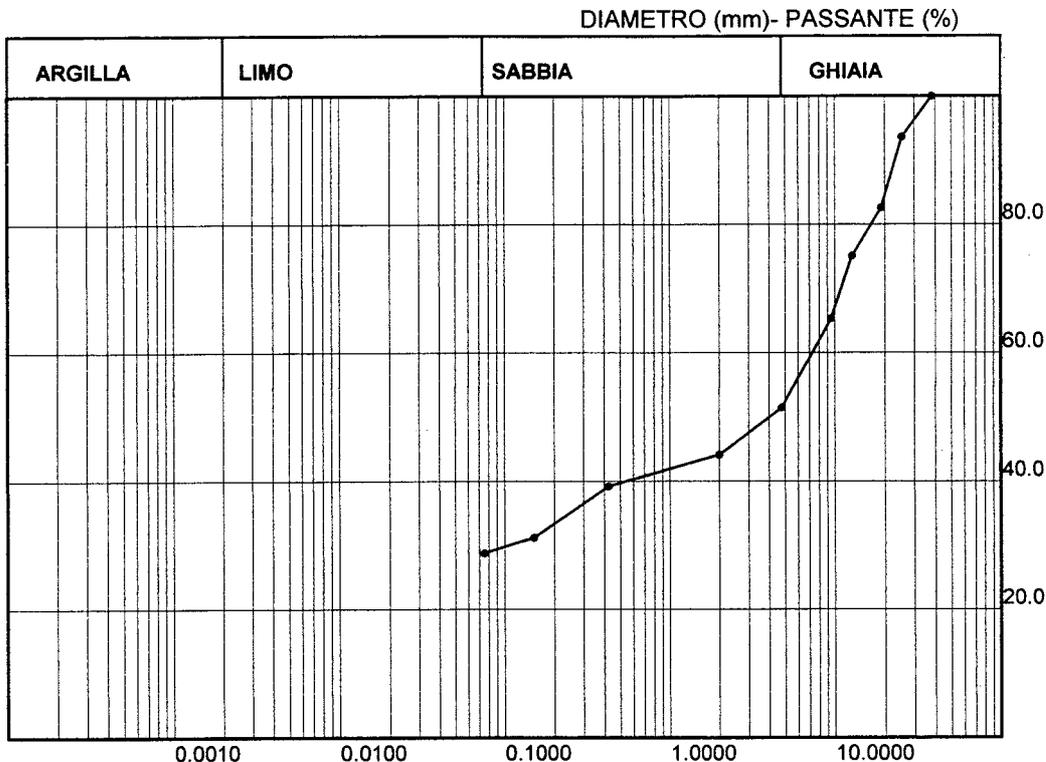
LIMITE DI RITIRO %= -
 (CNR-UNI 10014)

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -
 TIPO DI CAMPIONE:

COMMITTENTE: CEPAV DUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SN055
 CAMPIONE: 09C
 PROFONDITA', m: 27.10
 Data esecuzione prove: 21-26/07/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 393.49

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
38.100	0.00	100.00
25.400	25.11	93.62
19.050	43.55	82.55
12.700	29.37	75.09
9.500	38.42	65.32
4.750	54.63	51.44
2.000	28.73	44.14
0.425	19.48	39.19
0.150	31.57	31.16
0.075	9.38	28.78

GHIAIA, %= 48.56
 SABBIA, %= 22.66
 LIMO + ARGILLA, %= 28.78

Tipo di campione: Rimaneggiato
 ^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA: A causa delle dimensioni del campione la prova è stata eseguita su di un quantitativo inferiore a quanto previsto dalla norma.

Data di emissione:
02/08/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI



COMMITTENTE: CEPAVDUE

SONDAGGIO: 3SN055

LOCALITÀ: Linea A.C. Milano-Verona

CAMPIONE: 10C

CANTIERE: Lotto 3

PROFONDITÀ' (m): 30.00

Data ricevimento campione: 16/06/2004

Data apertura campione: 21/07/2004

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

ALTRO CONTENITORE

ALTRA FUSTELLA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA

GRANULOMETRIA

TAGLIO DIRETTO C.D.

PESO DI VOLUME NATURALE

SEDIMENTAZIONE

COMPRESSIONE E.L.L.

PESO SPECIFICO DEI GRANI

PROVA DI COSTIP. MODIF.

EDOMETRIA

LIMITE DI ATTERBERG

PROVA DI COSTIP. STANDARD

COEFF. DI CONSOLIDAZIONE

CLASSIFICAZIONE

C.B.R.

POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Ghiaia poligenica di diametro massimo pari a 2-3 cm circa con sabbia e limosa di colore giallastro chiaro.	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
02/08/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI

COMMITTENTE:	CEPAVDUE	SONDAGGIO:	3SN055
LOCALITÀ:	Linea A.C. Milano-Verona	CAMPIONE:	11C
CANTIERE:	Lotto 3	PROFONDITÀ' (m):	34.00
Data ricevimento campione:	16/06/2004	Data apertura campione:	21/07/2004

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY <input type="checkbox"/>	ALTRO CONTENITORE <input checked="" type="checkbox"/>
ALTRA FUSTELLA <input type="checkbox"/>	CAMPIONE RIMANEGGIATO <input checked="" type="checkbox"/>

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA <input type="checkbox"/>	GRANULOMETRIA <input checked="" type="checkbox"/>	TAGLIO DIRETTO C.D. <input type="checkbox"/>
PESO DI VOLUME NATURALE <input type="checkbox"/>	SEDIMENTAZIONE <input type="checkbox"/>	COMPRESSIONE E.L.L. <input type="checkbox"/>
PESO SPECIFICO DEI GRANI <input type="checkbox"/>	PROVA DI COSTIP. MODIF. <input type="checkbox"/>	EDOMETRIA <input type="checkbox"/>
LIMITE DI ATTERBERG <input checked="" type="checkbox"/>	PROVA DI COSTIP. STANDARD <input type="checkbox"/>	COEFF. DI CONSOLIDAZIONE <input type="checkbox"/>
CLASSIFICAZIONE <input checked="" type="checkbox"/>	C.B.R. <input type="checkbox"/>	POINT LOAD TEST <input type="checkbox"/>

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Ghiaia poligenica di diametro massimo pari a 2-3 cm circa con sabbia limosa di colore giallastro chiaro.	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:
Data di emissione:
02/08/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI

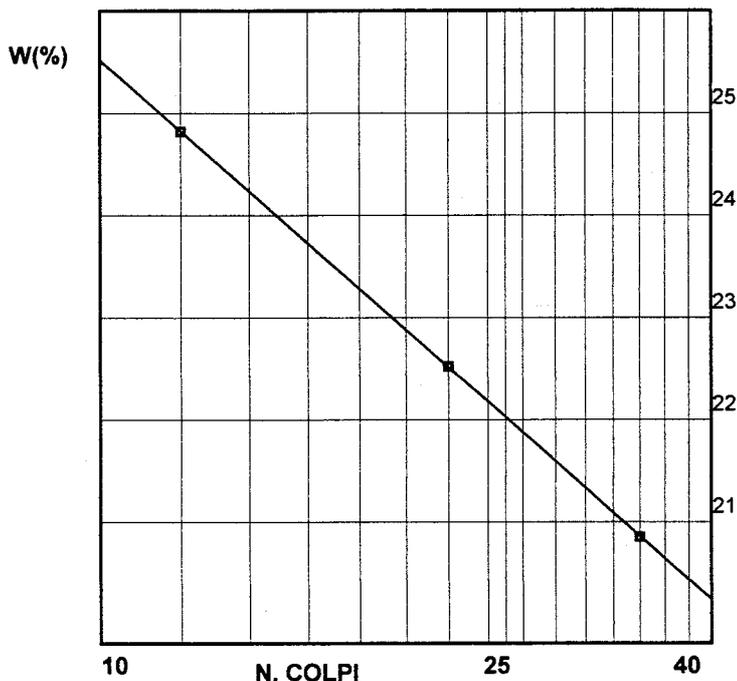


COMMITTENTE: CEPAV DUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

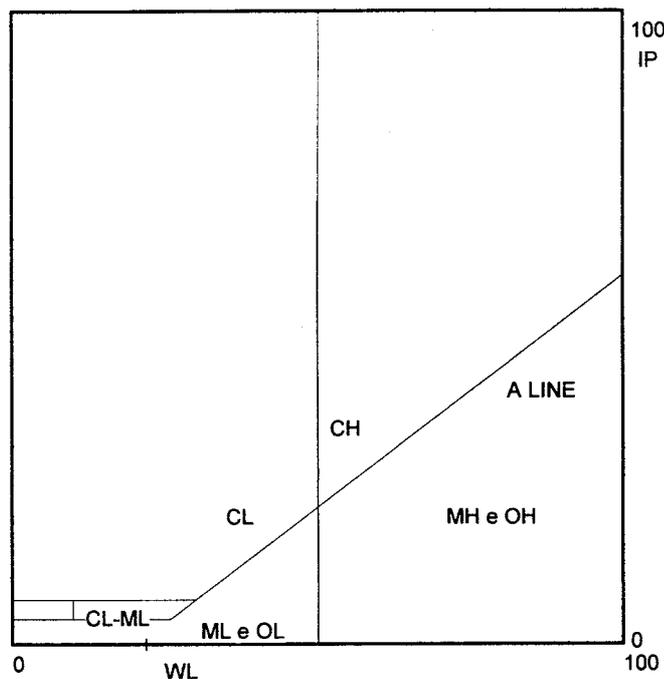
SONDAGGIO: 3SN055
 CAMPIONE: 11C
 PROFONDITA', m: 34.00
 Data esecuzione prove: 21-26/07/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= -
 (CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO %= 22
 (CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO %= N.P.
 (CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO %= N.P.

INDICE DI CONSISTENZA= -

INDICE DI GRUPPO= -

PESO DI VOLUME kN/mc= -
 (ASTM D 2435-02)

ARGILLA %= -

ATTIVITA'= 0.9

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-1-b

CLASSIFICAZIONE USCS :GM

NOTA:

Data di emissione:
 02/08/2004

Verbale di accettazione:
 791

Lo sperimentatore
 Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
 Dott. F. ORI

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
 [ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	35.03
40	0.420	26.73
200	0.074	16.32

LIMITE DI RITIRO %= -
 (CNR-UNI 10014)

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

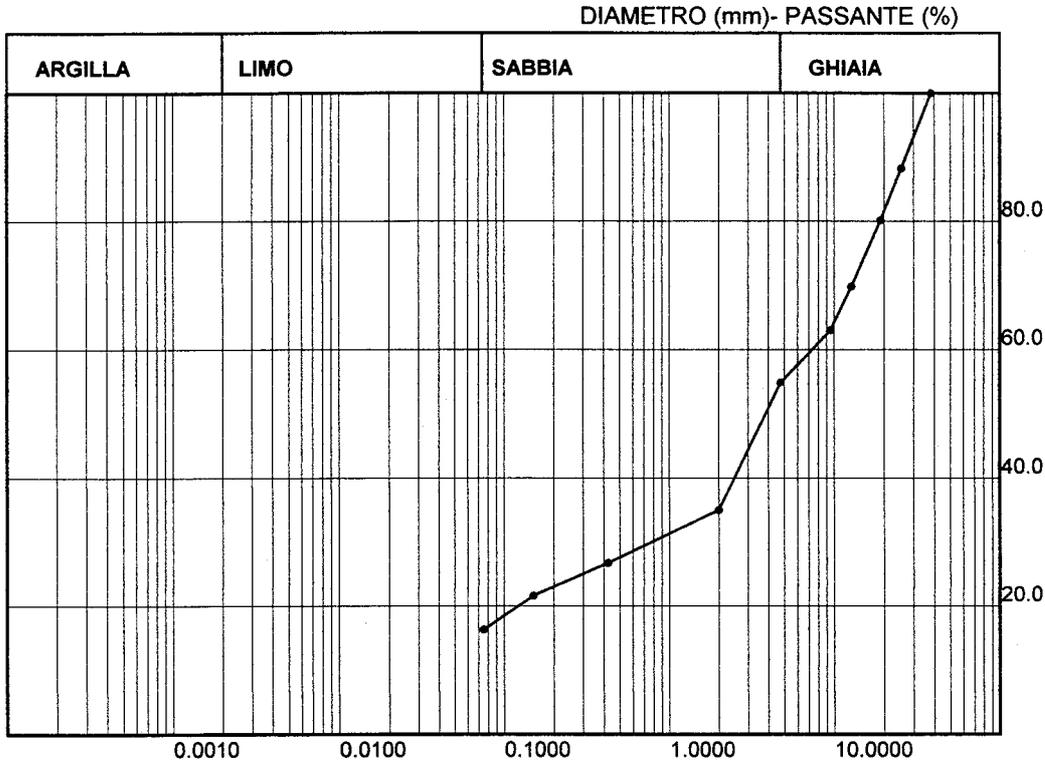
TIPO DI CAMPIONE: Rimaneggiato



COMMITTENTE: CEPAV DUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SN055
 CAMPIONE: 11C
 PROFONDITA', m: 34.00
 Data esecuzione prove: 21-26/07/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 367.05

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
38.100	0.00	100.00
25.400	43.18	88.24
19.050	29.81	80.11
12.700	37.85	69.80
9.500	24.78	63.05
4.750	29.81	54.93
2.000	73.04	35.03
0.425	30.48	26.73
0.150	18.76	21.62
0.075	19.45	16.32

GHIAIA, %= 45.07
 SABBIA, %= 38.61
 LIMO + ARGILLA, %= 16.32

Tipo di campione: Rimaneggiato
 ^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA: A causa delle dimensioni del campione la prova è stata eseguita su di un quantitativo inferiore a quanto previsto dalla norma.

Data di emissione:
02/08/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI



COMMITTENTE: CEPAVDUE
 LOCALITÀ: Linea A.C. Milano-Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SN055
 CAMPIONE: 12C
 PROFONDITÀ' (m): 38.30
 Data apertura campione: 21/07/2004

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY ALTRO CONTENITORE
 ALTRA FUSTELLA CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA GRANULOMETRIA TAGLIO DIRETTO C.D.
 PESO DI VOLUME NATURALE SEDIMENTAZIONE COMPRESSIONE E.L.L.
 PESO SPECIFICO DEI GRANI PROVA DI COSTIP. MODIF. EDOMETRIA
 LIMITE DI ATTERBERG PROVA DI COSTIP. STANDARD COEFF. DI CONSOLIDAZIONE
 CLASSIFICAZIONE C.B.R. POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Ghiaia poligenica di diametro massimo pari a 2-3 cm circa con sabbia limosa di colore giallastro chiaro.	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
02/08/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

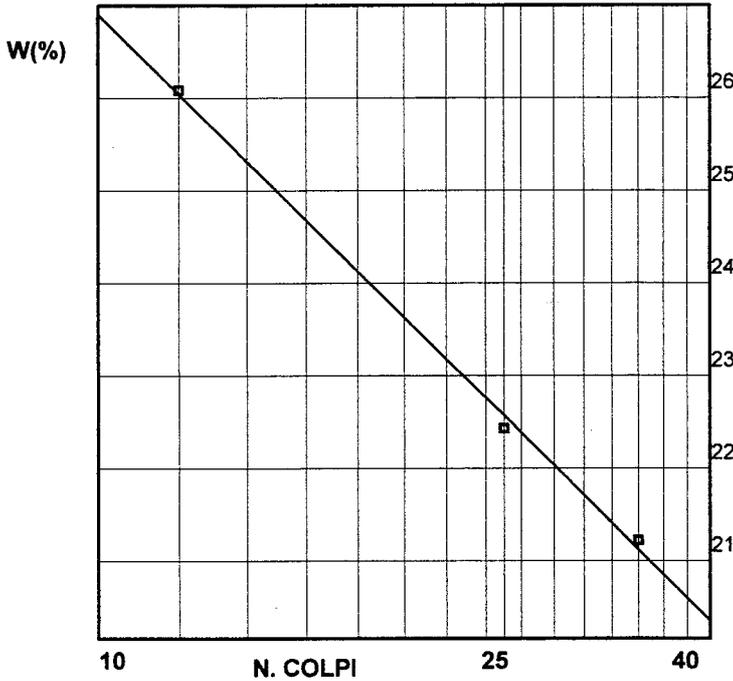
Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE
LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
CANTIERE: Lotto 3
Data ricevimento campione: 16/06/2004

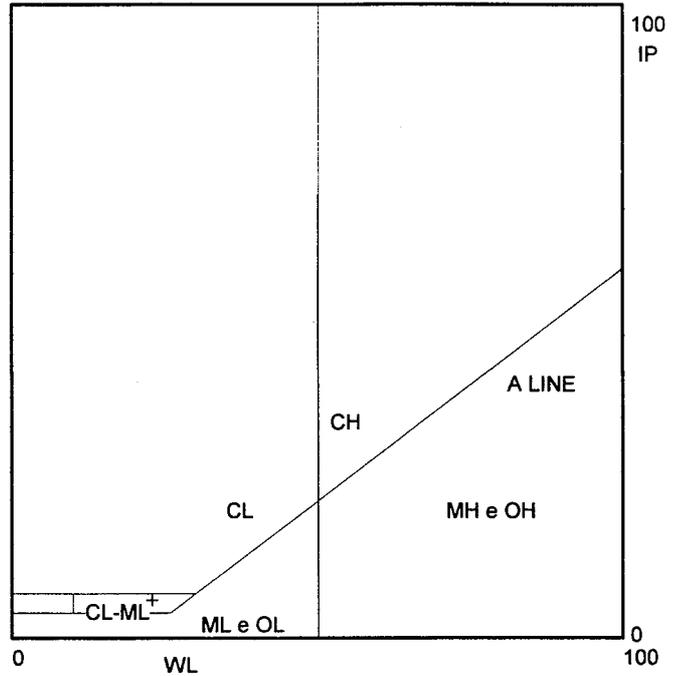
SONDAGGIO: 3SN055
CAMPIONE: 12C
PROFONDITA', m: 38.30
Data esecuzione prove: 21-26/07/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= -
(CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO %= 23
(CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO %= 17
(CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO %= 6

INDICE DI CONSISTENZA= -

INDICE DI GRUPPO= -

PESO DI VOLUME kN/mc= -
(ASTM D 2435-02)

ARGILLA %= -

ATTIVITA'= 0.3

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-1-b

CLASSIFICAZIONE USCS :GC-GM

NOTA:

Data di emissione:
02/08/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
[ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	44.79
40	0.420	31.74
200	0.074	14.22

LIMITE DI RITIRO %= -
(CNR-UNI 10014)

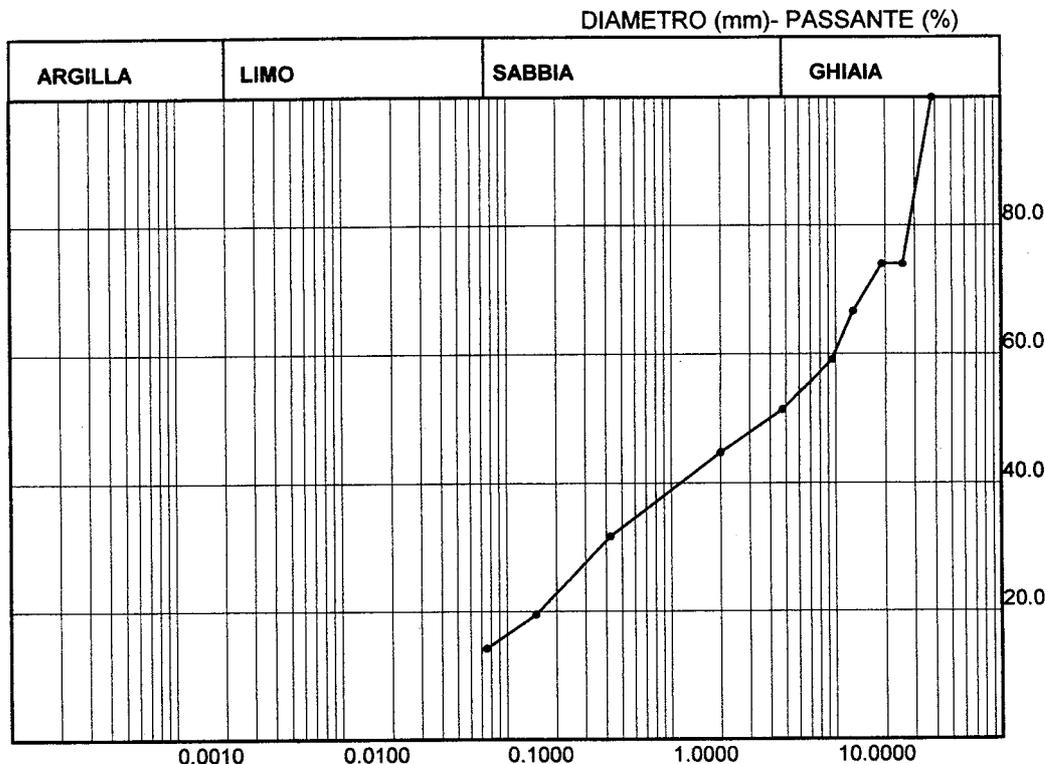
CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: Rimaneggiato

COMMITTENTE: CEPAV DUE
LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
CANTIERE: Lotto 3
Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SN055
CAMPIONE: 12C
PROFONDITA', m: 38.30
Data esecuzione prove: 21-26/07/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 242.43

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
38.100	0.00	100.00
25.400	63.04	74.00
19.050	0.00	74.00
12.700	17.82	66.65
9.500	18.08	59.19
4.750	18.92	51.38
2.000	15.98	44.79
0.425	31.65	31.74
0.150	29.66	19.50
0.075	12.80	14.22

GHIAIA, %= 48.62
SABBIA, %= 37.16
LIMO + ARGILLA, %= 14.22

Tipo di campione: Rimaneggiato
^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA: A causa delle dimensioni del campione la prova è stata eseguita su di un quantitativo inferiore a quanto previsto dalla norma.

Data di emissione:
02/08/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE
LOCALITÀ: Linea A.C. Milano-Verona
CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SS056
CAMPIONE: 01C
PROFONDITÀ' (m): 3.00
 Data apertura campione: 19/07/2004

APERTURA CAMPIONE

 FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

 ALTRO CONTENITORE

 ALTRA FUSTELLA

 CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

 CONTENUTO NAT. D'ACQUA

 GRANULOMETRIA

 TAGLIO DIRETTO C.D.

 PESO DI VOLUME NATURALE

 SEDIMENTAZIONE

 COMPRESSIONE E.L.L.

 PESO SPECIFICO DEI GRANI

 PROVA DI COSTIP. MODIF.

 EDOMETRIA

 LIMITE DI ATTERBERG

 PROVA DI COSTIP. STANDARD

 SOSTANZE ORGANICHE

 CLASSIFICAZIONE

 C.B.R.

 CONT. IN SOLFATI TOTALI

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia limosa di colore grigio con elementi lapidei in prevalenza subarrotondati, poligenici ed eterometrici ($\phi_{max} = 2-3$ cm)	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

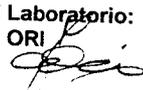
NOTA:

 Data di emissione:
30/07/2004

 Verbale di accettazione:
791

 Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

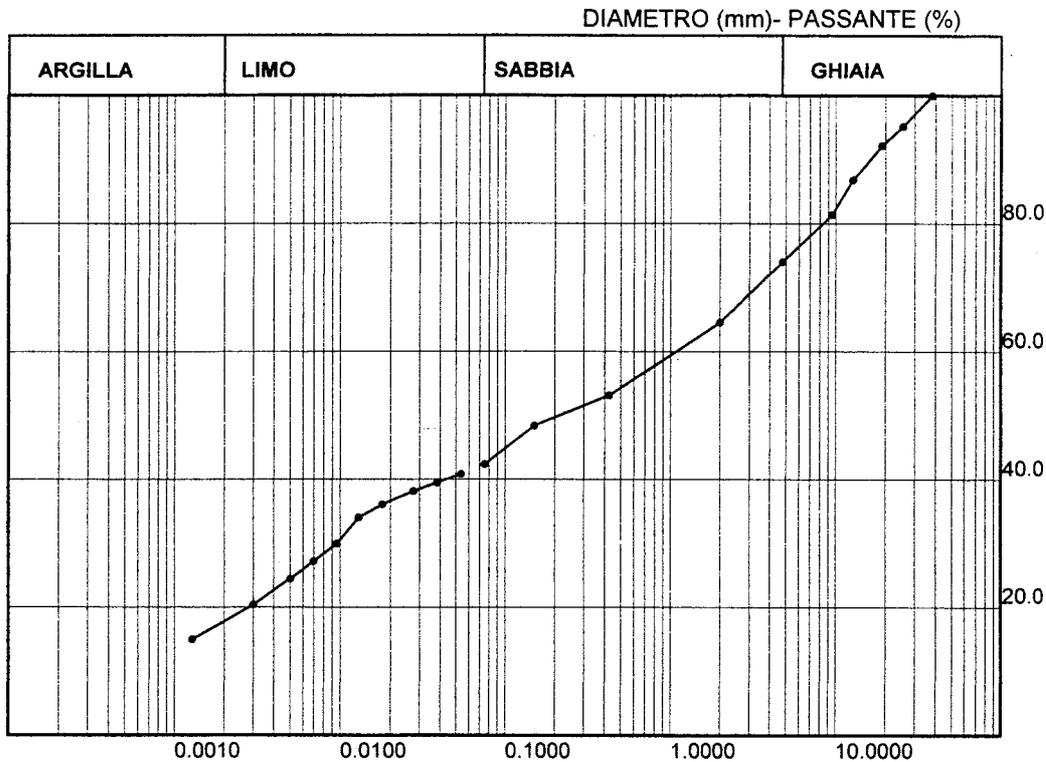
 Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI



COMMITTENTE: CEPADVUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SS056
 CAMPIONE: 01C
 PROFONDITA', m: 3.00
 Data esecuzione prove: 19-26/07/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 659.85

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
38.100	0.00	100.00
25.400	32.00	95.15
19.050	19.65	92.17
12.700	35.62	86.77
9.500	35.66	81.37
4.750	48.65	74.00
2.000	62.33	64.55
0.425	75.15	53.16
0.150	31.22	48.43
0.075	39.65	42.42

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 50.00

Diametro equiv. mm	Areometro	Passante %
0.0536	1.030	40.88
0.0385	1.029	39.51
0.0277	1.028	38.15
0.0179	1.026	36.11
0.0130	1.025	34.06
0.0096	1.022	29.98
0.0069	1.020	27.25
0.0050	1.018	24.53
0.0030	1.015	20.44
0.0013	1.011	14.99

GHIAIA, %= 26.00
 SABBIA, %= 31.58
 LIMO, %= 25.17
 ARGILLA, %= 17.25

Tipo di campione: rimaneggiato
 ^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA: a causa della quantità di campione disponibile la prova è stata eseguita su di un quantitativo inferiore a quanto previsto dalla norma

Data di emissione:
26/07/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

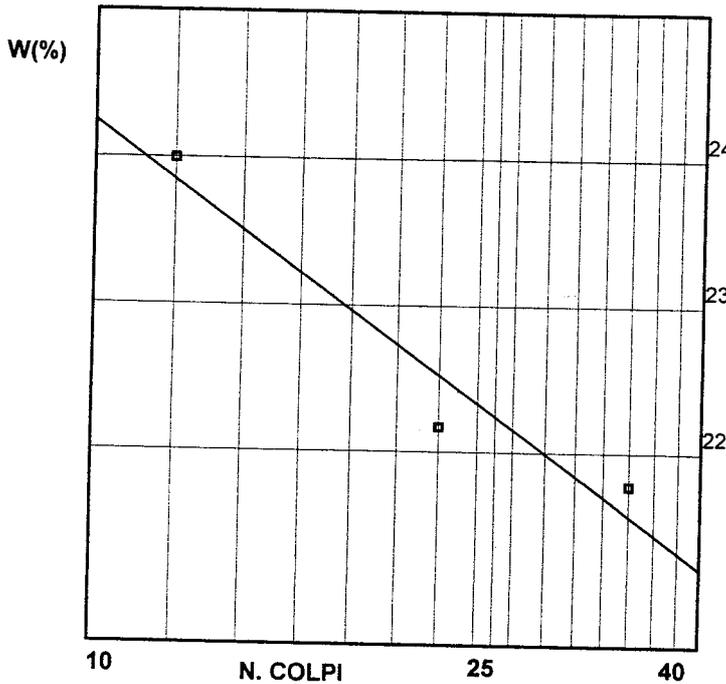
via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

COMMITTENTE: CEPVDUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

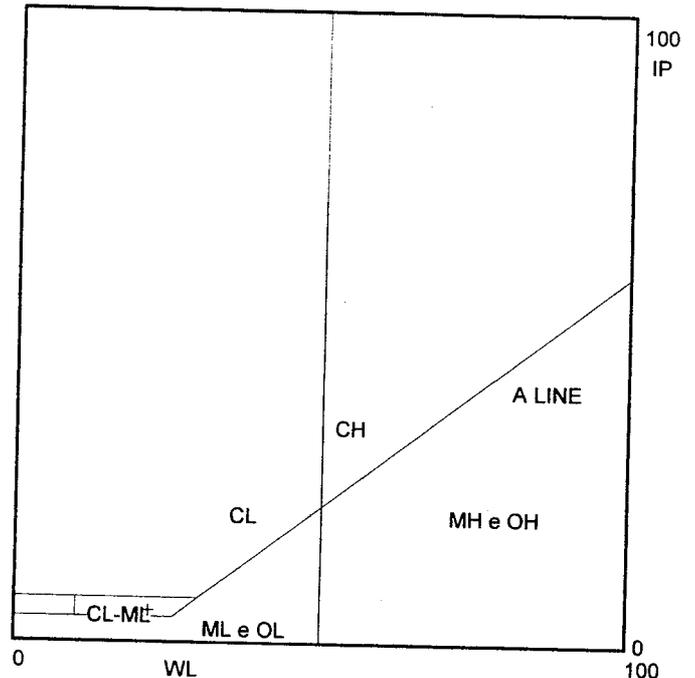
SONDAGGIO: 3SS056
 CAMPIONE: 01C
 PROFONDITA', m: 3.00
 Data esecuzione prove: 19-27/07/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= -
 (CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO %= 22
 (CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO %= 17
 (CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO %= 5

INDICE DI CONSISTENZA= -

INDICE DI GRUPPO= 1

PESO DI VOLUME kN/mc= -
 (ASTM D 2435-02)

ARGILLA %= 17.3

ATTIVITA'= 0.3

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-4

CLASSIFICAZIONE USCS :SM

NOTA:

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
 [ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	64.55
40	0.420	53.16
200	0.074	42.42

LIMITE DI RITIRO %= -
 (CNR-UNI 10014)

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

Data di emissione:
 30/07/2004

Verbale di accettazione:
 791

Lo sperimentatore
 Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
 Dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE
LOCALITÀ: Linea A.C. Milano-Verona
CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SS056
CAMPIONE: 02C
PROFONDITÀ' (m): 6.00
 Data apertura campione: 19/07/2004

APERTURA CAMPIONE

 FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

 ALTRO CONTENITORE

 ALTRA FUSTELLA

 CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

 CONTENUTO NAT. D'ACQUA

 GRANULOMETRIA

 TAGLIO DIRETTO C.D.

 PESO DI VOLUME NATURALE

 SEDIMENTAZIONE

 COMPRESSIONE E.L.L.

 PESO SPECIFICO DEI GRANI

 PROVA DI COSTIP. MODIF.

 EDOMETRIA

 LIMITE DI ATTERBERG

 PROVA DI COSTIP. STANDARD

 SOSTANZE ORGANICHE

 CLASSIFICAZIONE

 C.B.R.

 CONT. IN SOLFATI TOTALI

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia limosa di colore grigio con elementi lapidei in prevalenza subarrotondati, poligenici ed eterometrici ($\phi_{max} = 2-3$ cm) Elementi lapidei in prevalenza a spigoli vivi, poligenici ed eterometrici ($\phi_{max} = 5-6$ cm) in matrice sabbiosa limosa di colore grigio, addizionati con cemento	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

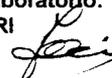
NOTA:

 Data di emissione:
30/07/2004

 Verbale di accettazione:
791

 Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

 Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI





COMMITTENTE: **CEPAV DUE**
 LOCALITÀ: **Linea A.C. Milano-Verona**
 CANTIERE: **Lotto 3**
 Data ricevimento
 campione: **16/06/2004**

SONDAGGIO: **3SS056**
 CAMPIONE: **03C**
 PROFONDITÀ' (m): **9.00**
 Data apertura campione: **19/07/2004**

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

ALTRO CONTENITORE

ALTRA FUSTELLA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA

GRANULOMETRIA

TAGLIO DIRETTO C.D.

PESO DI VOLUME NATURALE

SEDIMENTAZIONE

COMPRESSIONE E.L.L.

PESO SPECIFICO DEI GRANI

PROVA DI COSTIP. MODIF.

EDOMETRIA

LIMITE DI ATTERBERG

PROVA DI COSTIP. STANDARD

SOSTANZE ORGANICHE

CLASSIFICAZIONE

C.B.R.

CONT. IN SOLFATI TOTALI

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia con limo di colore grigio con elementi lapidei in prevalenza subarrotondati, poligenici ed eterometrici ($\phi_{max} = 2-3$ cm)	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
30/07/2004

Verbale di accettazione:
791

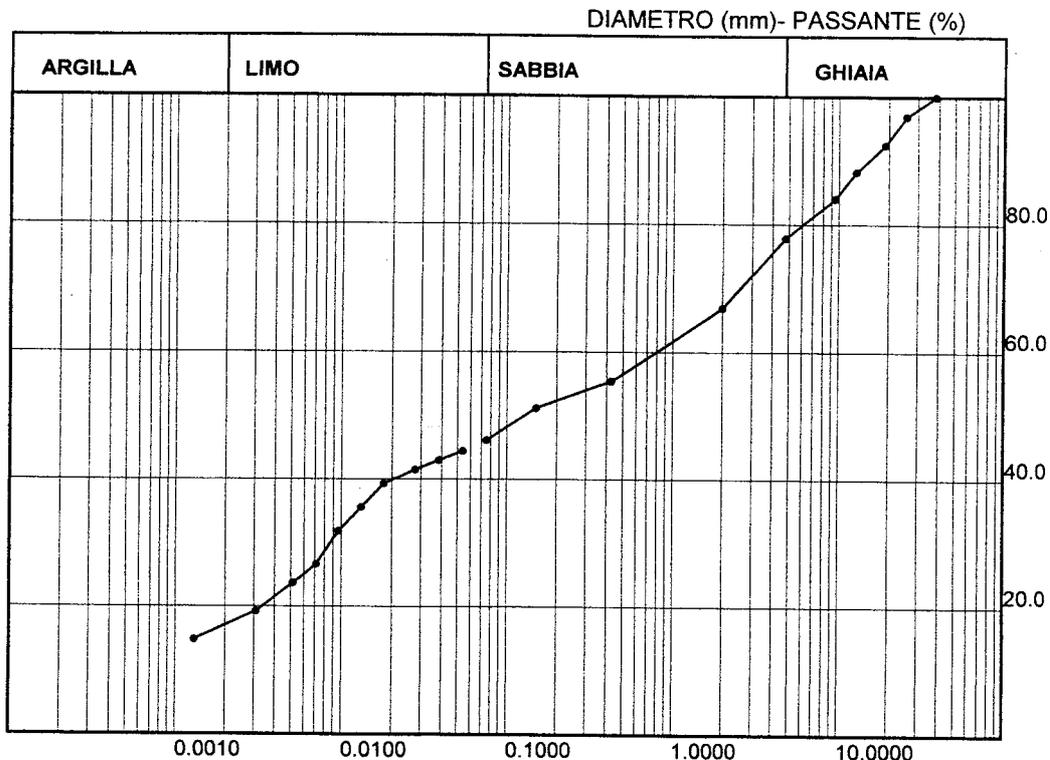
Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPVDUE
LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
CANTIERE: Lotto 3
Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SS056
CAMPIONE: 03C
PROFONDITA', m: 9.00
Data esecuzione prove: 19-26/07/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 707.77

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
38.100	0.00	100.00
25.400	22.00	96.89
19.050	31.26	92.47
12.700	30.22	88.21
9.500	29.68	84.01
4.750	43.66	77.84
2.000	77.62	66.88
0.425	81.22	55.40
0.150	29.65	51.21
0.075	35.62	46.18

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 50.01

Diametro equiv. mm	Areometro	Passante %
0.0536	1.030	44.49
0.0385	1.029	43.01
0.0277	1.028	41.53
0.0179	1.026	39.30
0.0132	1.024	35.59
0.0096	1.022	31.89
0.0071	1.018	26.70
0.0052	1.016	23.73
0.0031	1.013	19.28
0.0013	1.010	14.83

GHIAIA, %= 22.16
SABBIA, %= 31.66
LIMO, %= 29.59
ARGILLA, %= 16.59

Tipo di campione: rimaneggiato
^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA: a causa della quantità di campione disponibile la prova è stata eseguita su di un quantitativo inferiore a quanto previsto dalla norma

Data di emissione:
26/07/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

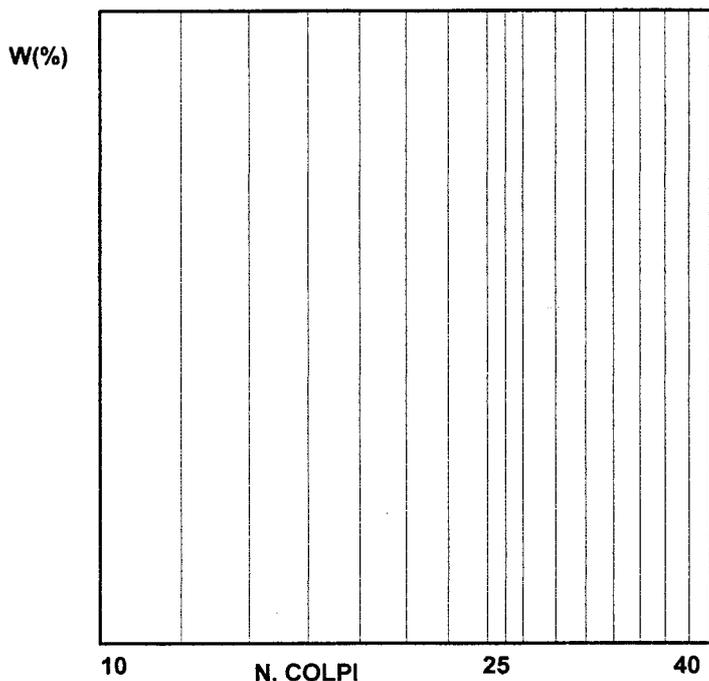
Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPVDUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

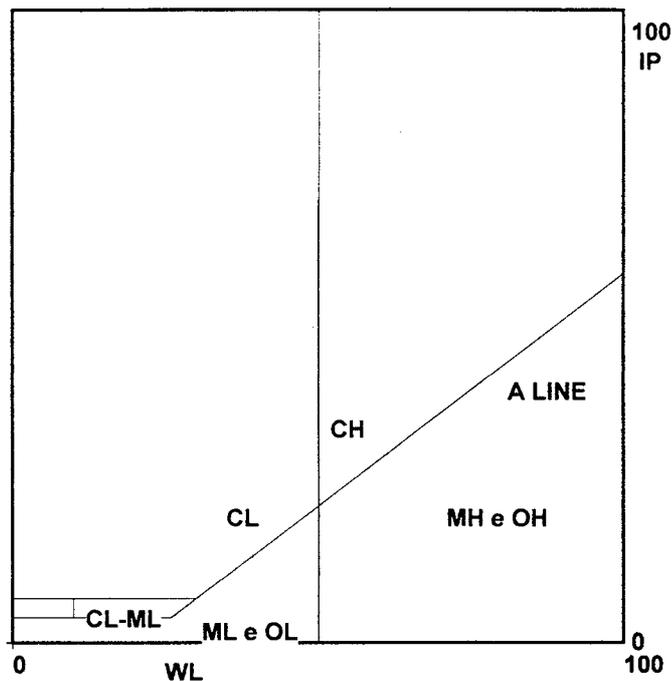
SONDAGGIO: 3SS056
 CAMPIONE: 03C
 PROFONDITA', m: 9.00
 Data esecuzione prove: 19-24/07/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= -
 (CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO %= N.D.
 (CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO %= N.P.
 (CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO %= N.P.

INDICE DI CONSISTENZA= -

INDICE DI GRUPPO= 2

PESO DI VOLUME kN/mc= -
 (ASTM D 2435-02)

ARGILLA %= 16.6

ATTIVITA'= -

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-4

CLASSIFICAZIONE USCS :SM

NOTA:

Data di emissione:
 30/07/2004

Verbale di accettazione:
 791

Lo sperimentatore
 Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
 Dott. F. ORI

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
 [ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	66.88
40	0.420	55.40
200	0.074	46.18

LIMITE DI RITIRO %= -
 (CNR-UNI 10014)

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato



COMMITTENTE: **CEPAV DUE**
 LOCALITÀ: **Linea A.C. Milano-Verona**
 CANTIERE: **Lotto 3**
 Data ricevimento campione: **16/06/2004**

SONDAGGIO: **3SS056**
 CAMPIONE: **04C**
 PROFONDITÀ' (m): **12.00**
 Data apertura campione: **19/07/2004**

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY ALTRO CONTENITORE **X**
 ALTRA FUSTELLA CAMPIONE RIMANEGGIATO **X**

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA GRANULOMETRIA TAGLIO DIRETTO C.D.
 PESO DI VOLUME NATURALE SEDIMENTAZIONE COMPRESSIONE E.L.L.
 PESO SPECIFICO DEI GRANI PROVA DI COSTIP. MODIF. EDOMETRIA
 LIMITE DI ATTERBERG PROVA DI COSTIP. STANDARD SOSTANZE ORGANICHE
 CLASSIFICAZIONE C.B.R. CONT. IN SOLFATI TOTALI

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia limosa di colore grigio con elementi lapidei in prevalenza subarrotondati, poligenici ed eterometrici ($\phi_{max} = 3-4$ cm)	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
30/07/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI



COMMITTENTE: **CEPAV DUE**
 LOCALITÀ: **Linea A.C. Milano-Verona**
 CANTIERE: **Lotto 3**
 Data ricevimento
 campione: **16/06/2004**

SONDAGGIO: **3SS056**
 CAMPIONE: **05C**
 PROFONDITÀ' (m): **15.00**
 Data apertura campione: **19/07/2004**

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

ALTRO CONTENITORE

ALTRA FUSTELLA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA

GRANULOMETRIA

TAGLIO DIRETTO C.D.

PESO DI VOLUME NATURALE

SEDIMENTAZIONE

COMPRESSIONE E.L.L.

PESO SPECIFICO DEI GRANI

PROVA DI COSTIP. MODIF.

EDOMETRIA

LIMITE DI ATTERBERG

PROVA DI COSTIP. STANDARD

SOSTANZE ORGANICHE

CLASSIFICAZIONE

C.B.R.

CONT. IN SOLFATI TOTALI

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia limosa di colore grigio con elementi lapidei in prevalenza subarrotondati, poligenici ed eterometrici ($\phi_{max} = 3-4$ cm)	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
30/07/2004

Verbale di accettazione:
791

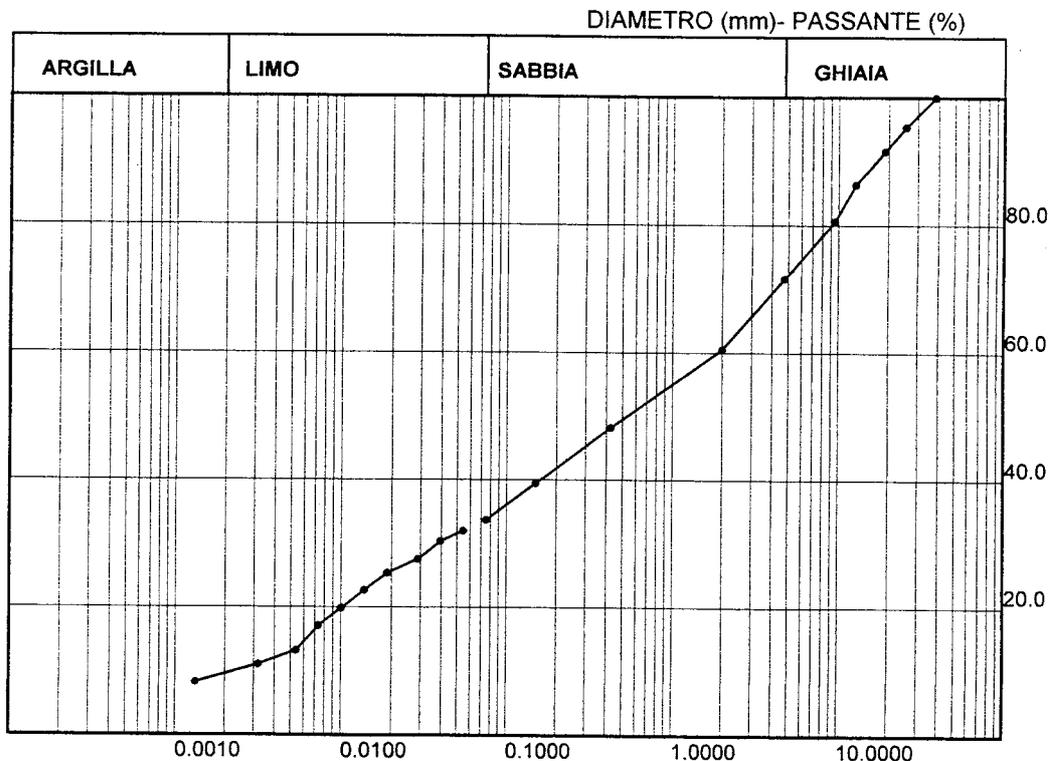
Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPVDUE
LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
CANTIERE: Lotto 3
Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SS056
CAMPIONE: 05C
PROFONDITA', m: 15.00
Data esecuzione prove: 19-26/07/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 694.22

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
38.100	0.00	100.00
25.400	32.00	95.39
19.050	26.59	91.56
12.700	36.55	86.30
9.500	39.52	80.60
4.750	62.33	71.62
2.000	76.95	60.54
0.425	85.22	48.26
0.150	61.22	39.45
0.075	39.66	33.73

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 50.03

Diametro equiv. mm	Areometro -	Passante %
0.0545	1.029	32.03
0.0395	1.028	30.37
0.0290	1.025	27.61
0.0189	1.023	25.40
0.0138	1.020	22.64
0.0101	1.018	19.88
0.0073	1.016	17.12
0.0054	1.012	13.25
0.0032	1.010	11.04
0.0013	1.008	8.28

GHIAIA, %= 28.38
SABBIA, %= 37.89
LIMO, %= 24.45
ARGILLA, %= 9.29

Tipo di campione: rimaneggiato
^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA: a causa della quantità di campione disponibile la prova è stata eseguita su di un quantitativo inferiore a quanto previsto dalla norma

Data di emissione:
26/07/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

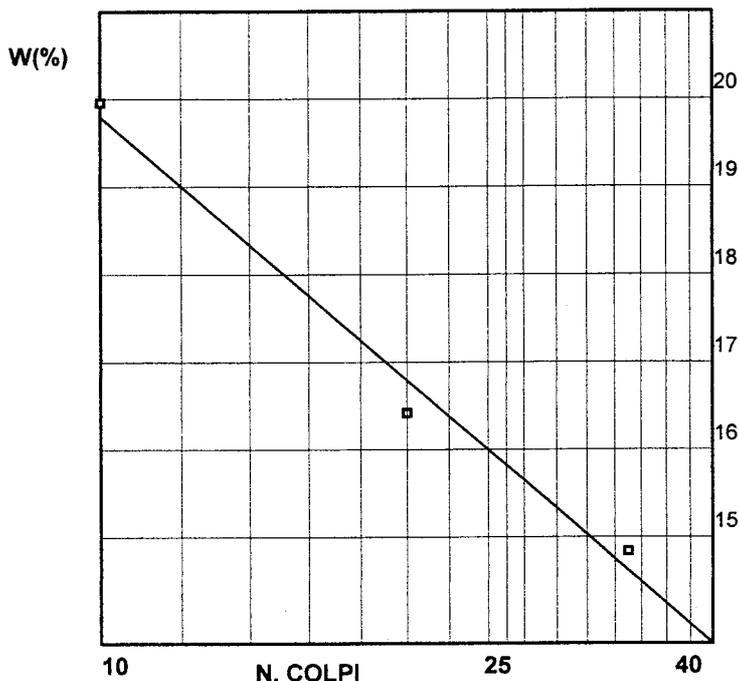
Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPVDUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

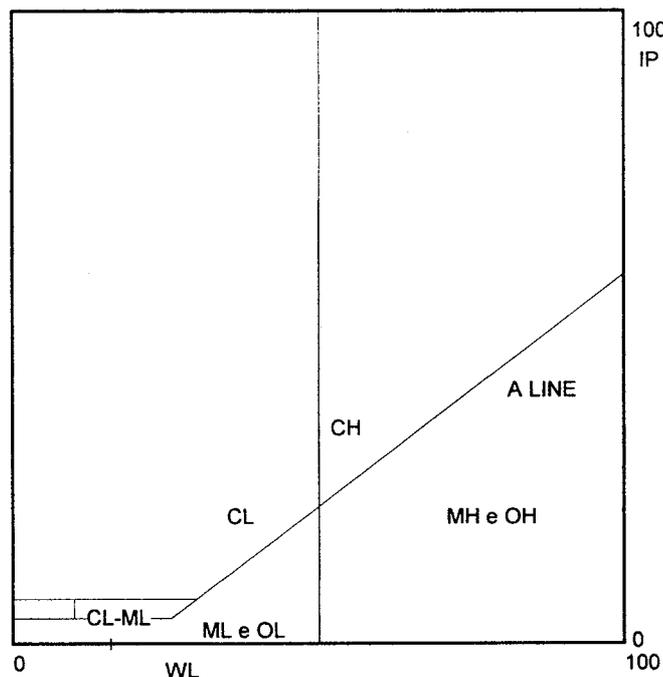
SONDAGGIO: 3SS056
 CAMPIONE: 05C
 PROFONDITA', m: 15.00
 Data esecuzione prove: 19-26/07/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= -
 (CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO %= 16
 (CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO %= N.P.
 (CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO %= N.P.

INDICE DI CONSISTENZA= -

INDICE DI GRUPPO= -

PESO DI VOLUME kN/mc= -
 (ASTM D 2435-02)

ARGILLA %= 9.3

ATTIVITA'= -

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-2-4

CLASSIFICAZIONE USCS :SM

NOTA:

Data di emissione:
 30/07/2004

Verbale di accettazione:
 791

Lo sperimentatore
 Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
 Dott. F. ORI

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
 [ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	60.54
40	0.420	48.26
200	0.074	33.73

LIMITE DI RITIRO %= -
 (CNR-UNI 10014)

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato



COMMITTENTE: **CEPAV DUE**
 LOCALITÀ: **Linea A.C. Milano-Verona**
 CANTIERE: **Lotto 3**
 Data ricevimento campione: **16/06/2004**

SONDAGGIO: **3SS056**
 CAMPIONE: **06C**
 PROFONDITÀ' (m): **18.20**
 Data apertura campione: **19/07/2004**

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

ALTRO CONTENITORE

ALTRA FUSTELLA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA

GRANULOMETRIA

TAGLIO DIRETTO C.D.

PESO DI VOLUME NATURALE

SEDIMENTAZIONE

COMPRESSIONE E.L.L.

PESO SPECIFICO DEI GRANI

PROVA DI COSTIP. MODIF.

EDOMETRIA

LIMITE DI ATTERBERG

PROVA DI COSTIP. STANDARD

SOSTANZE ORGANICHE

CLASSIFICAZIONE

C.B.R.

CONT. IN SOLFATI TOTALI

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia limosa di colore grigio con elementi lapidei in prevalenza subarrotondati, poligenici ed eterometrici ($\phi_{max} = 3-4$ cm)	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
30/07/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI



COMMITTENTE: **CEPAV DUE**
 LOCALITÀ: **Linea A.C. Milano-Verona**
 CANTIERE: **Lotto 3**
 Data ricevimento campione: **16/06/2004**

SONDAGGIO: **3SS056**
 CAMPIONE: **07C**
 PROFONDITÀ' (m): **21.20**
 Data apertura campione: **19/07/2004**

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY ALTRO CONTENITORE
 ALTRA FUSTELLA CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA GRANULOMETRIA TAGLIO DIRETTO C.D.
 PESO DI VOLUME NATURALE SEDIMENTAZIONE COMPRESSIONE E.L.L.
 PESO SPECIFICO DEI GRANI PROVA DI COSTIP. MODIF. EDOMETRIA
 LIMITE DI ATTERBERG PROVA DI COSTIP. STANDARD SOSTANZE ORGANICHE
 CLASSIFICAZIONE C.B.R. CONT. IN SOLFATI TOTALI

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia limosa di colore grigio con elementi lapidei in prevalenza subarrotondati, poligenici ed eterometrici ($\phi_{max} = 3-4$ cm)	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
30/07/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE
LOCALITÀ: Linea A.C. Milano-Verona
CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SS056
CAMPIONE: 08C
PROFONDITÀ' (m): 24.30
 Data apertura campione: 19/07/2004

APERTURA CAMPIONE

 FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

 ALTRO CONTENITORE

 ALTRA FUSTELLA

 CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

 CONTENUTO NAT. D'ACQUA

 GRANULOMETRIA

 TAGLIO DIRETTO C.D.

 PESO DI VOLUME NATURALE

 SEDIMENTAZIONE

 COMPRESSIONE E.L.L.

 PESO SPECIFICO DEI GRANI

 PROVA DI COSTIP. MODIF.

 EDOMETRIA

 LIMITE DI ATTERBERG

 PROVA DI COSTIP. STANDARD

 SOSTANZE ORGANICHE

 CLASSIFICAZIONE

 C.B.R.

 CONT. IN SOLFATI TOTALI

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia limosa di colore grigio con elementi lapidei in prevalenza subarrotondati, poligenici ed eterometrici ($\phi_{max} = 3-4$ cm)	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

 Data di emissione:
30/07/2004

 Verbale di accettazione:
791

 Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

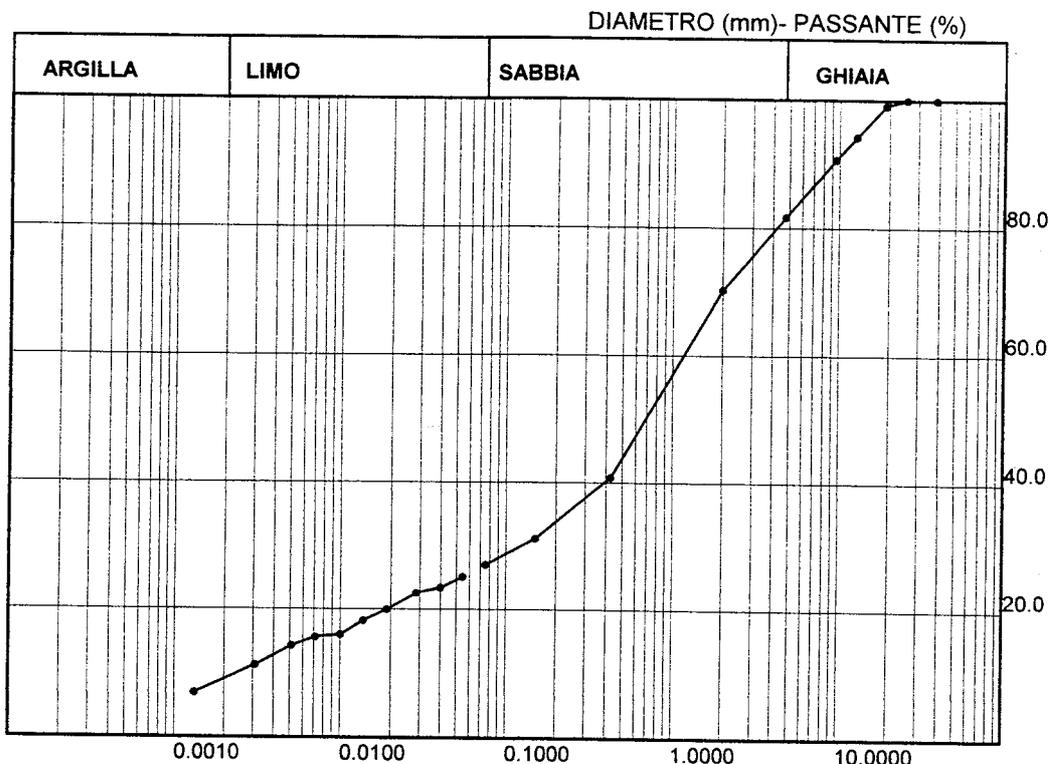
 Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI



COMMITTENTE: CEPVDUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SS056
 CAMPIONE: 08C
 PROFONDITA', m: 24.30
 Data esecuzione prove: 19-23/07/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 1102.43

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
38.100	0.00	100.00
25.400	0.00	100.00
19.050	9.29	99.16
12.700	54.31	94.23
9.500	38.95	90.70
4.750	99.30	81.69
2.000	125.95	70.27
0.425	324.63	40.82
0.150	106.53	31.16
0.075	45.43	27.03

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 50.05

Diametro equiv. mm	Areometro	Passante %
0.0545	1.029	25.15
0.0398	1.027	23.42
0.0286	1.026	22.55
0.0189	1.023	19.95
0.0137	1.021	18.21
0.0100	1.018	16.05
0.0071	1.018	15.61
0.0051	1.016	14.31
0.0031	1.013	11.28
0.0013	1.008	6.94

GHIAIA, %= 18.31
 SABBIA, %= 54.66
 LIMO, %= 18.42
 ARGILLA, %= 8.61

Tipo di campione: rimaneggiato
 ^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA:

Data di emissione:
26/07/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

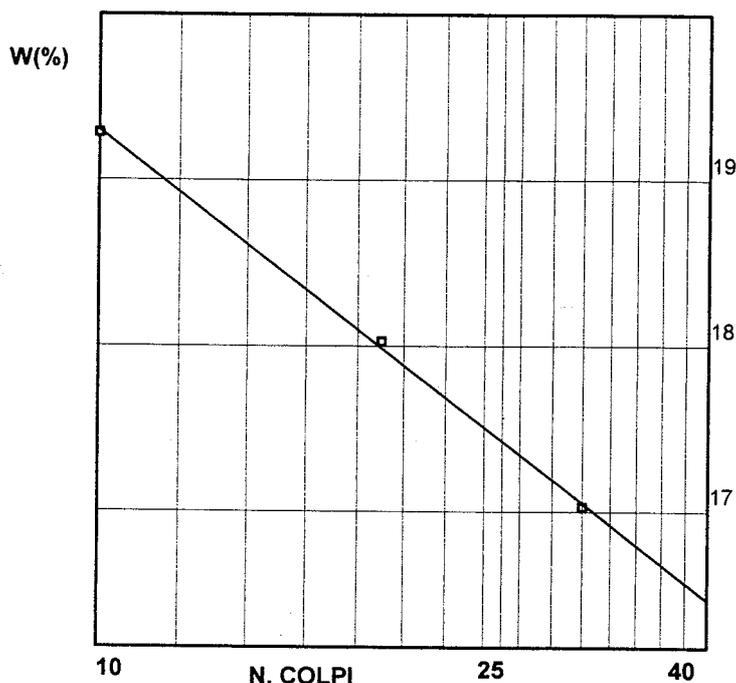
Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPVDUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

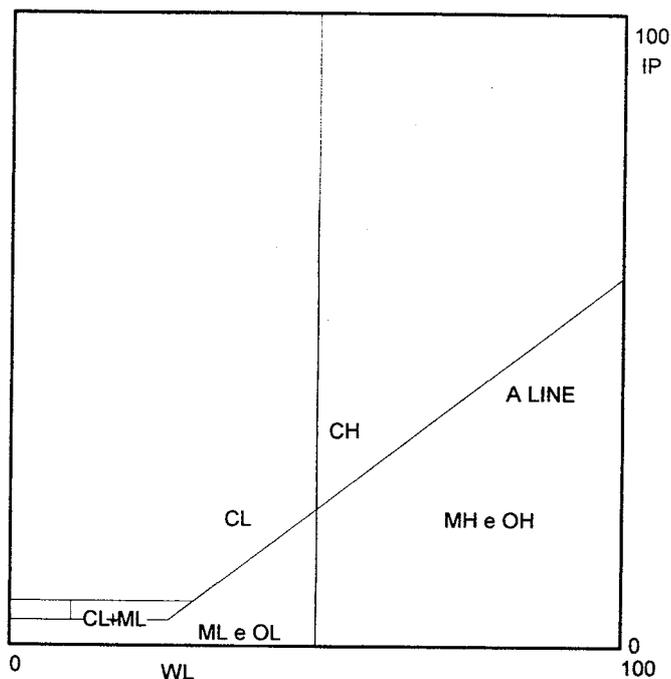
SONDAGGIO: 3SS056
 CAMPIONE: 08C
 PROFONDITA', m: 24.30
 Data esecuzione prove: 19-21/07/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA % = -
 (CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO % = 17
 (CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO % = 13
 (CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO % = 4

INDICE DI CONSISTENZA = -

INDICE DI GRUPPO = -

PESO DI VOLUME kN/mc = -
 (ASTM D 2435-02)

ARGILLA % = -

ATTIVITA' = 0.2

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 : A-2-4

CLASSIFICAZIONE USCS : SM

NOTA:

Data di emissione:
 26/07/2004

Verbale di accettazione:
 791

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE [ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	70.27
40	0.420	40.82
200	0.074	27.03

LIMITE DI RITIRO % = -
 (CNR-UNI 10014)

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%) = -

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

Lo sperimentatore
 Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
 Dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE
LOCALITÀ: Linea A.C. Milano-Verona
CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SS056
CAMPIONE: 09C
PROFONDITÀ' (m): 27.10
 Data apertura campione: 19/07/2004

APERTURA CAMPIONE

 FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

 ALTRO CONTENITORE

 ALTRA FUSTELLA

 CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

 CONTENUTO NAT. D'ACQUA

 GRANULOMETRIA

 TAGLIO DIRETTO C.D.

 PESO DI VOLUME NATURALE

 SEDIMENTAZIONE

 COMPRESSIONE E.L.L.

 PESO SPECIFICO DEI GRANI

 PROVA DI COSTIP. MODIF.

 EDOMETRIA

 LIMITE DI ATTERBERG

 PROVA DI COSTIP. STANDARD

 SOSTANZE ORGANICHE

 CLASSIFICAZIONE

 C.B.R.

 CONT. IN SOLFATI TOTALI

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia limosa di colore grigio con elementi lapidei in prevalenza subarrotondati, poligenici ed eterometrici ($\phi_{max} = 3-4$ cm)	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

 Data di emissione:
30/07/2004

 Verbale di accettazione:
791

 Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

 Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI



COMMITTENTE: CEPAV DUE
LOCALITÀ: Linea A.C. Milano-Verona
CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SS056
CAMPIONE: 10C
PROFONDITÀ' (m): 30.00
 Data apertura campione: 19/07/2004

APERTURA CAMPIONE

 FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

 ALTRO CONTENITORE

 ALTRA FUSTELLA

 CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

 CONTENUTO NAT. D'ACQUA

 GRANULOMETRIA

 TAGLIO DIRETTO C.D.

 PESO DI VOLUME NATURALE

 SEDIMENTAZIONE

 COMPRESSIONE E.L.L.

 PESO SPECIFICO DEI GRANI

 PROVA DI COSTIP. MODIF.

 EDOMETRIA

 LIMITE DI ATTERBERG

 PROVA DI COSTIP. STANDARD

 SOSTANZE ORGANICHE

 CLASSIFICAZIONE

 C.B.R.

 CONT. IN SOLFATI TOTALI

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia limosa di colore grigio con elementi lapidei in prevalenza subarrotondati, poligenici ed eterometrici ($\phi_{max} = 3-4$ cm)	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

 Data di emissione:
30/07/2004

 Verbale di accettazione:
791

 Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

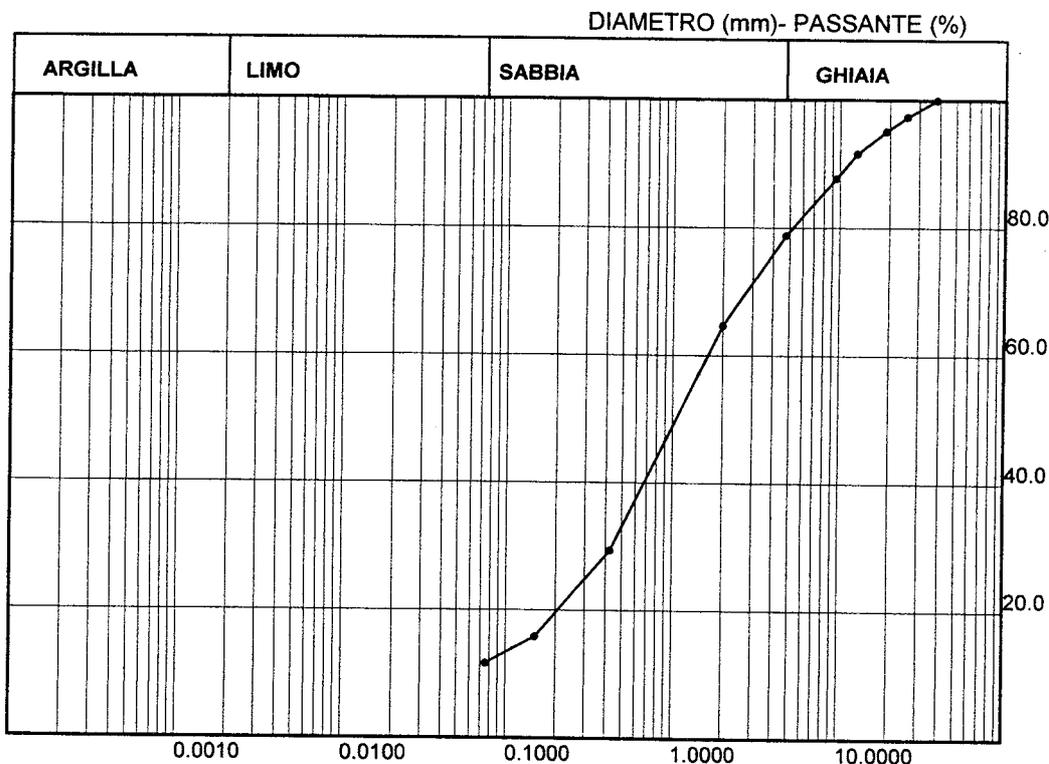
 Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI



COMMITTENTE: CEPVDUE
LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
CANTIERE: Lotto 3
Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SS056
CAMPIONE: 10C
PROFONDITA', m: 30.00
Data esecuzione prove: 19-23/07/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 950.26

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
38.100	0.00	100.00
25.400	25.26	97.34
19.050	21.33	95.10
12.700	33.26	91.60
9.500	37.10	87.69
4.750	84.59	78.79
2.000	134.55	64.63
0.425	334.59	29.42
0.150	128.50	15.90
0.075	39.88	11.70

GHIAIA, %= 21.21
SABBIA, %= 67.09
LIMO + ARGILLA, %= 11.70

Tipo di campione: rimaneggiato
^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA: a causa della quantità di campione disponibile la prova è stata eseguita su un quantitativo inferiore a quanto previsto dalla norma

Data di emissione:
29/07/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

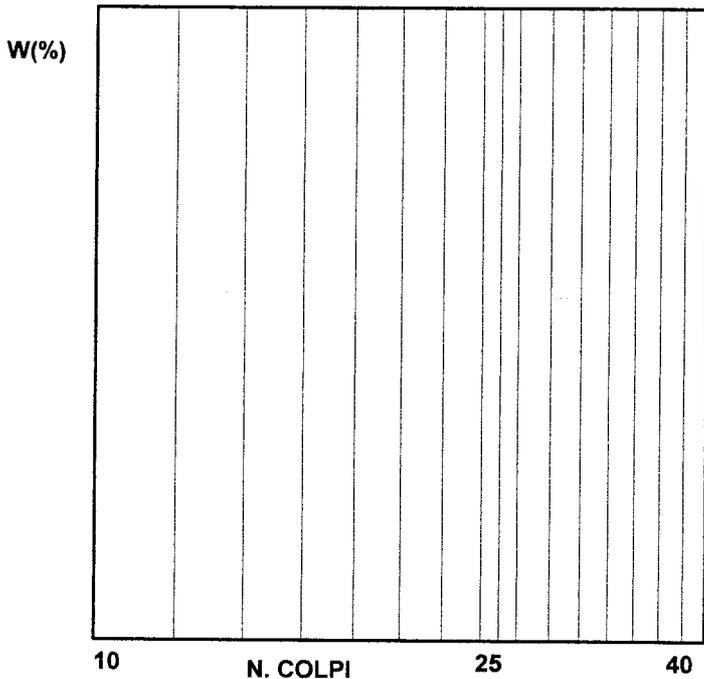
Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPVDUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

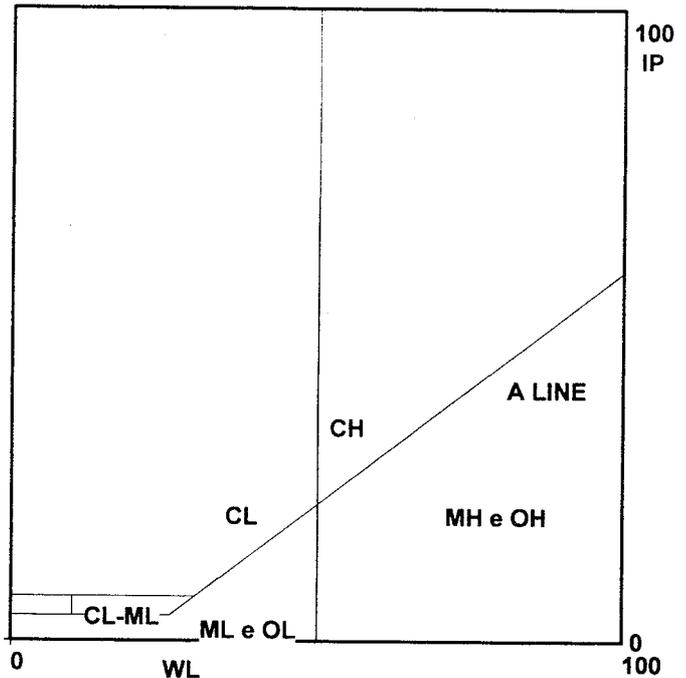
SONDAGGIO: 3SS056
 CAMPIONE: 10C
 PROFONDITA', m: 30.00
 Data esecuzione prove: 19-24/07/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= -
 (CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO %= N.D.
 (CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO %= N.P.
 (CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO %= N.P.

INDICE DI CONSISTENZA= -

INDICE DI GRUPPO= -

PESO DI VOLUME kN/mc= -
 (ASTM D 2435-02)

ARGILLA %= -

ATTIVITA'= -

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-1-b

CLASSIFICAZIONE USCS :SM

NOTA:

Data di emissione:
 30/07/2004

Verbale di accettazione:
 791

Lo sperimentatore
 Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
 Dott. F. ORI

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
 [ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	64.63
40	0.420	29.42
200	0.074	11.70

LIMITE DI RITIRO %= -
 (CNR-UNI 10014)

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

COMMITTENTE: CEPAV DUE
LOCALITÀ: Linea A.C. Milano-Verona
CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SS056
CAMPIONE: 11C
PROFONDITÀ' (m): 34.30
 Data apertura campione: 19/07/2004

APERTURA CAMPIONE

 FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

 ALTRO CONTENITORE

 ALTRA FUSTELLA

 CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

 CONTENUTO NAT. D'ACQUA

 GRANULOMETRIA

 TAGLIO DIRETTO C.D.

 PESO DI VOLUME NATURALE

 SEDIMENTAZIONE

 COMPRESSIONE E.L.L.

 PESO SPECIFICO DEI GRANI

 PROVA DI COSTIP. MODIF.

 EDOMETRIA

 LIMITE DI ATTERBERG

 PROVA DI COSTIP. STANDARD

 SOSTANZE ORGANICHE

 CLASSIFICAZIONE

 C.B.R.

 CONT. IN SOLFATI TOTALI

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia limosa di colore grigio con elementi lapidei in prevalenza subarrotondati, poligenici ed eterometrici ($\phi_{max} = 3-4$ cm)	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

 Data di emissione:
30/07/2004

 Verbale di accettazione:
791

 Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

 Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI





COMMITTENTE: **CEPAV DUE**
 LOCALITÀ: **Linea A.C. Milano-Verona**
 CANTIERE: **Lotto 3**
 Data ricevimento campione: **16/06/2004**

SONDAGGIO: **3SS056**
 CAMPIONE: **12C**
 PROFONDITÀ' (m): **38.50**
 Data apertura campione: **19/07/2004**

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

ALTRO CONTENITORE

ALTRA FUSTELLA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA

GRANULOMETRIA

TAGLIO DIRETTO C.D.

PESO DI VOLUME NATURALE

SEDIMENTAZIONE

COMPRESSIONE E.L.L.

PESO SPECIFICO DEI GRANI

PROVA DI COSTIP. MODIF.

EDOMETRIA

LIMITE DI ATTERBERG

PROVA DI COSTIP. STANDARD

SOSTANZE ORGANICHE

CLASSIFICAZIONE

C.B.R.

CONT. IN SOLFATI TOTALI

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia limosa di colore grigio con elementi lapidei in prevalenza subarrotondati, poligenici ed eterometrici ($\phi_{max} = 3-4$ cm)	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
30/07/2004

Verbale di accettazione:
791

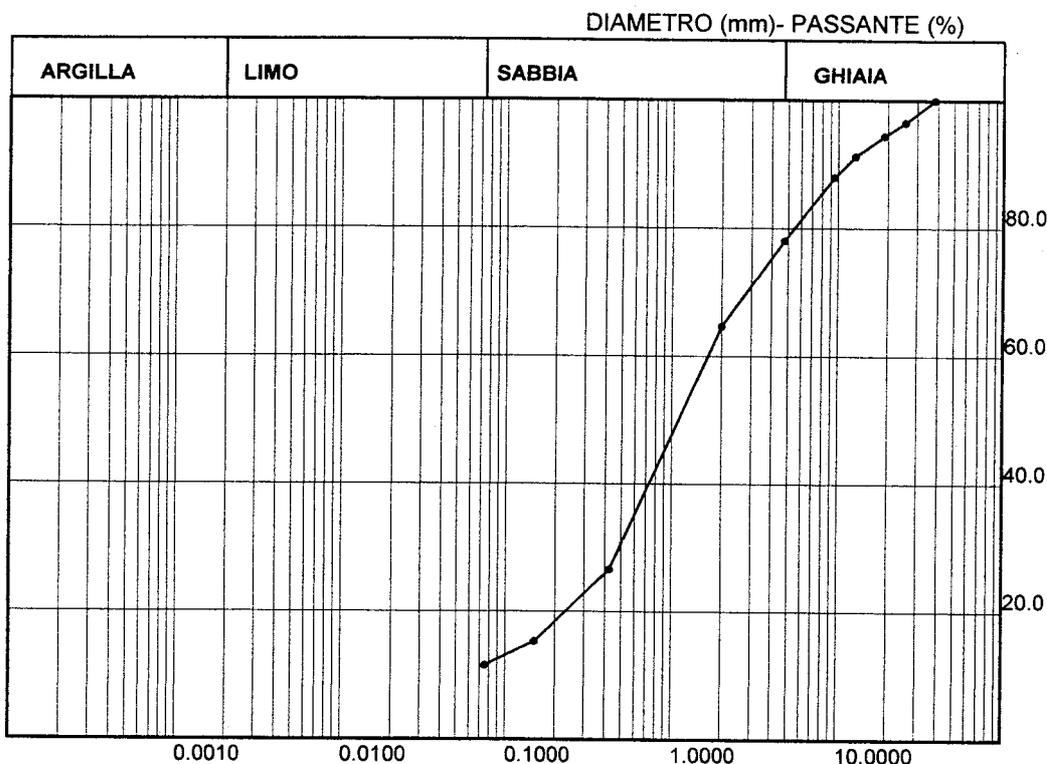
Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAVDUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

SONDAGGIO: 3SS056
 CAMPIONE: 12C
 PROFONDITA', m: 38.50
 Data esecuzione prove: 19-23/07/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^A



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 961.20

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
38.100	0.00	100.00
25.400	33.65	96.50
19.050	20.15	94.40
12.700	30.25	91.26
9.500	31.56	87.97
4.750	95.66	78.02
2.000	128.65	64.64
0.425	365.24	26.64
0.150	108.65	15.33
0.075	35.99	11.59

GHIAIA, %= 21.98
 SABBIA, %= 66.43
 LIMO + ARGILLA, %= 11.59

Tipo di campione: rimaneggiato
 ^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA: a causa della quantità di campione disponibile la prova è stata eseguita su un quantitativo inferiore a quanto previsto dalla norma

Data di emissione:
29/07/2004

Verbale di accettazione:
791

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

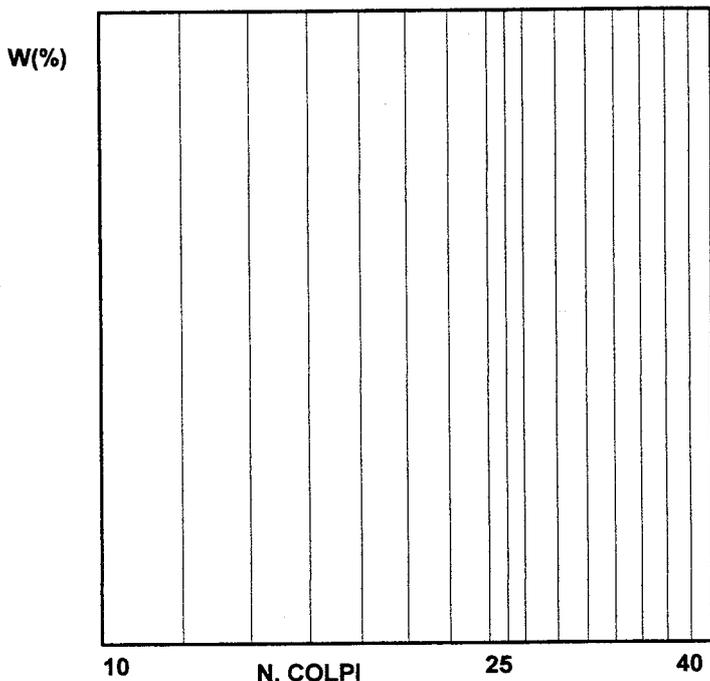
Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPVDUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 16/06/2004

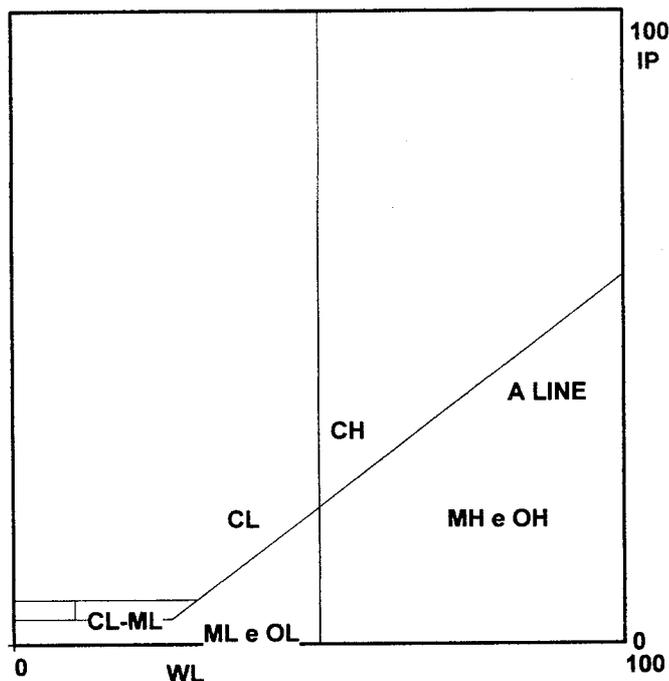
SONDAGGIO: 3SS056
 CAMPIONE: 12C
 PROFONDITA', m: 38.50
 Data esecuzione prove: 19-24/07/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= -
 (CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO %= N.D.
 (CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO %= N.P.
 (CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO %= N.P.

INDICE DI CONSISTENZA= -

INDICE DI GRUPPO= -

PESO DI VOLUME kN/mc= -
 (ASTM D 2435-02)

ARGILLA %= -

ATTIVITA'= -

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-1-b

CLASSIFICAZIONE USCS :SM

NOTA:

Data di emissione:
 30/07/2004

Verbale di accettazione:
 791

Lo sperimentatore
 Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
 Dott. F. ORI

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
 [ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	64.64
40	0.420	26.64
200	0.074	11.59

LIMITE DI RITIRO %= -
 (CNR-UNI 10014)

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

CONSORZIATO ASSEGNATARIO: AQUATER	Impresa Esecutrice: GEOTRIVELL TERAMO
--	--

CODICE PCQ DI CANTIERE:

CODICE PCQ TIPOLOGICO: **FORM: QSP02C**

LOTTO COSTRUTTIVO/OPERA: **3** **DA km 83+500 A km 113+000**

CODICE SONDAGGIO **3SS054** **PROGRESSIVA** **Km** **QUOTA INIZIO (da P.C.) s.l.m. (m)** **130,701**

LOCALITÀ **Calcinatello (BS)** **DATA inizio** **08/05/2004** **DATA fine** **09/05/2004**

TIPO SONDA **CMV MK 800 GL** **CODICE:** **3** **METODO PERFORAZIONE:** **carotaggio continuo**

COORDINATE TOPOGRAFICHE **E: 1609080,048** **N: 5035804,384**

<input type="checkbox"/> Campione rimaneggiato	<input checked="" type="checkbox"/> Campione indisturbato Shelby	<input checked="" type="checkbox"/> Campione indisturbato Osterberg	Quota falda (m)	Profond. Foro da p.c. (m)	Profond. rivestim. (m)	TEMPO DI LETTURA	
<input checked="" type="checkbox"/> Campione riman. da S.P.T.	<input type="checkbox"/> Campione indist. Shelby non recuperato	<input type="checkbox"/> Campione indisturbato Osterberg non recuperato				gg	h
<input checked="" type="checkbox"/> Campione riman. da Vane Test	<input type="checkbox"/> S.P.T. con punta chiusa	<input checked="" type="checkbox"/> Campione indisturbato rotativo	8,00	12,00	12,00	08/05/04	18,00
<input type="checkbox"/> S.P.T. con campionatore RAYMOND			7,85	12,00	12,00	09/05/04	8,00

Casse N. 6 Foto N. 6

Prof. (m)	Prof. strati (m)	simboli A.G.I.	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Pocket penetr (KPa)	Torvane (KPa)	S.P.T.			VANE TEST Valore max. (KPa)	% di carotaggio	PIEZOMETRO	
			Tipo	N.	Prof. (m)				Prof. (m)	N. colpi	Tipo			Schemi Strum.	st (mm)
1,0	1,0					Suolo ad uso agricolo composto da limo con sabbia di colore marrone scuro.									
4,0	4,0		<input checked="" type="checkbox"/>	1	3,0	Ghiaia sabbiosa, a luoghi, debolmente limosa. I clasti eterometrici, poligenici, da sub-angolari a sub-arrotondati (Ømax=5 cm), a luoghi ciottoli (Ømax = 8 cm). Da addensata a molto addensata. Asciutta. Di colore grigio.			3,0	31/R10	▽				
6,0	6,0		<input checked="" type="checkbox"/>	2	6,0	Sabbia limosa con ghiaia, sabbia medio fine. I clasti si presentano eterometrici, poligenici (Ømax = 4 cm). A luoghi ciottoli (Ømax= 8 cm). Addensata debolmente umida. Di colore marrone chiaro grigio.			6,0	16/30/43	▽				
9,8	9,8		<input checked="" type="checkbox"/>	3	9,2	Ghiaia con sabbia, a luoghi limosa. I clasti si presentano eterometrici (Ømax =5 cm), poligenici e sub-arrotondati. A luoghi ciottoli (Ømax = 7 cm). Molto addensata. Debolmente umida, di colore grigio marrone.			9,2	29/41/R5	▽				
12,0	12,0		<input checked="" type="checkbox"/>	4	12,0	Sabbia limosa con ghiaia. La granulometria della sabbia varia da media a fine. I clasti si presentano eterometrici (Ømax = 4 cm), poligenici. A luoghi i ciottoli (Ømax = 8 cm). Addensata, debolmente umida. Colore marrone grigio.			12,0	13/34/48	▽				
15,0	15,0		<input checked="" type="checkbox"/>	5	15,0	Sabbia limosa con ghiaia. La granulometria della sabbia varia da media a fine. I clasti si presentano eterometrici (Ømax = 4 cm), poligenici. A luoghi i ciottoli (Ømax = 8 cm). Addensata, debolmente umida. Colore marrone grigio.			15,0	31/41/40	▽				
20,0	20,0		<input checked="" type="checkbox"/>	6	18,6	Sabbia limosa debolmente ghiaiosa. I clasti si presentano poligenici e sub-arrotondati (Ømax = 4 cm). A ddensta, di colore marrone.			18,6	17/33/40	▽				

Cepav due	SCHEDA DI CONTROLLO SCHEDA SONDAGGIO	SCHEDA N.: 65/SSP05B Pag. 2 di 2
CONSORZIATO ASSEGNATARIO: AQUATER		Impresa Esecutrice: GEOTRIVELL TERAMO
CODICE PCQ DI CANTIERE:		
CODICE PCQ TIPOLOGICO:		FORM: QSP02C

Prof. (m)	Prof. strati (m)	simboli A.G.I.	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Pocket penetr (KPa)	Torvane (KPa)	S.P.T.			VANE TEST Valore max. (KPa)	% di carotaggio	PIEZOMETRO	
			Tipo	N.	Prof. (m)				Prof. (m)	N. colpi	Tipo			Schema Strum.	ϕ (mm)
22,0	2,0		<input type="checkbox"/>	7	21,0	Sabbia con ghiaia, a luoghi limosa. Clasti poligenici (Ømax = 5 cm), debolmente umida, molto addensata. Di colore marrone grigio.			21,0	R14	▼				
	8,0		<input type="checkbox"/>	8	24,4	Ghiaia con sabbia, a luoghi, limosa, i clasti si presentano eterometrici, poligenici (Ømax = 5 cm). A luoghi, ciottoli (Ømax = 7 cm). Molto addensata, di colore marrone grigiastro.			24,4	R12	▼				
			<input type="checkbox"/>	9	27,0				27,0	R7	▼				
30,0			<input type="checkbox"/>	10	30,0				30,0	R8	▼				

DATA:	FIRMA DEL COMPILATORE:	FIRMA DEL GEOLOGO DIRETTORE DI CANTIERE:
-------	------------------------	--

	SCHEDA DI CONTROLLO TIPOLOGICA	SCHEDA DI CONTROLLO PERSONALIZZATA		SCHEDA DI CONTROLLO COMPLETA
	APPROVAZIONE (AS)	ELABORAZIONE (E)	EMISSIONE/VERIFICA (CQ di ASS)	VERIFICA CHIUSURA (CQ di ASS)
DATA:				
FIRMA:				



3SS054 - Cassa 1 : da mt 0.00 a mt 5.00



3SS054 - Cassa 2 : da mt 5.00 a mt 10.00



3SS054 - Cassa 3 : da mt 10.00 a mt 15.00



3SS054 - Cassa 4 : da mt 15.00 a mt 20.00



3SS054 - Cassa 5 : da mt 20.00 a mt 25.00



3SS054 - Cassa 6 : da mt 25.00 a mt 30.00

COMMITTENTE: **CEPAV DUE**
LOCALITÀ: Linea A.C. Milano - Verona
CANTIERE: Lotto 3
Data ricevimento campione: 19/05/2004

SONDAGGIO: 3SS054
CAMPIONE: 01C
PROFONDITÀ' (m): 3.00/3.25
Data apertura campione: 09/06/2004

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

ALTRO CONTENITORE

ALTRA FUSTELLA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA

GRANULOMETRIA

TAGLIO DIRETTO C.D.

PESO DI VOLUME NATURALE

SEDIMENTAZIONE

COMPRESSIONE E.L.L.

PESO SPECIFICO DEI GRANI

PROVA DI COSTIP. MODIF.

EDOMETRIA

LIMITE DI ATTERBERG

PROVA DI COSTIP. STANDARD

COEFF. DI CONSOLIDAZIONE

CLASSIFICAZIONE

C.B.R.

POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Ghiaia poligenica, eterometrica con elementi in prevalenza subarrotondati ($\phi_{max} = 2-3$ cm) in matrice sabbiosa limosa di colore bruno	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
21/06/2004

Verbale di accettazione:
761

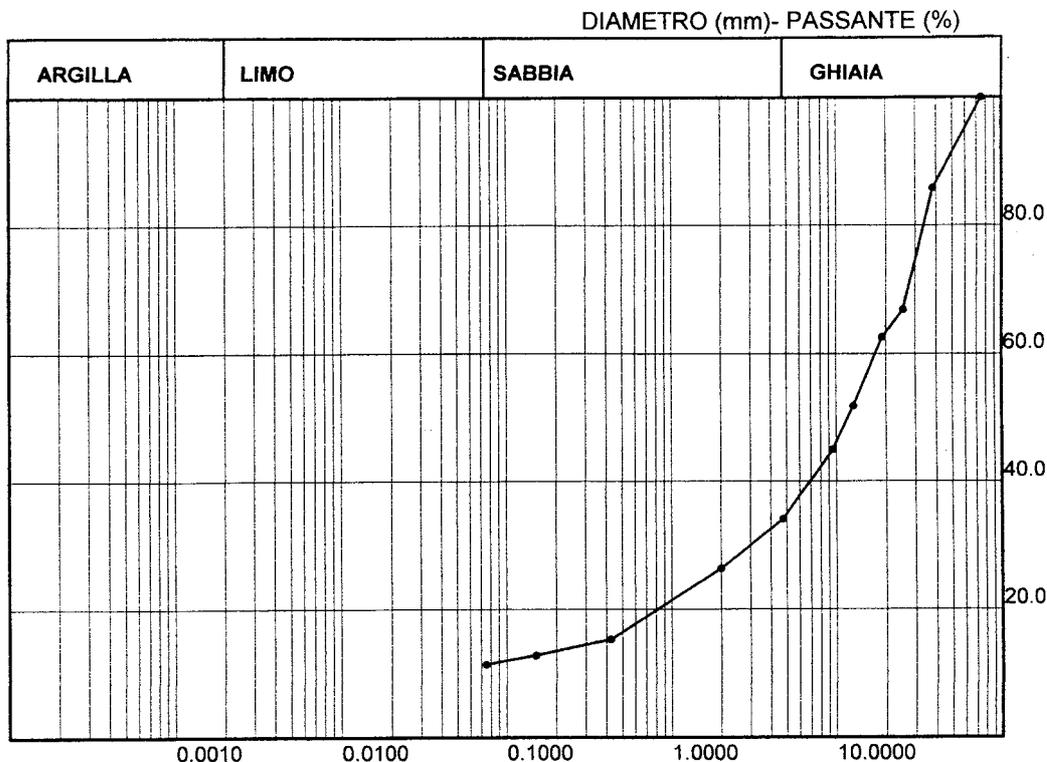
Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 19/05/2004

SONDAGGIO: 3SS054
 CAMPIONE: 01C
 PROFONDITA', m: 3.00/3.25
 Data esecuzione prove: 09-14/06/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 865.17

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
75.000	0.00	100.00
38.100	122.17	85.88
25.400	164.25	66.89
19.050	37.20	62.59
12.700	93.00	51.85
9.500	59.21	45.00
4.750	93.88	34.15
2.000	66.74	26.44
0.425	96.15	15.32
0.150	21.41	12.85
0.075	12.03	11.46

GHIAIA, %= 65.85
 SABBIA, %= 22.69
 LIMO + ARGILLA, %= 11.46

Tipo di campione: rimaneggiato
 ^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA: A causa della scarsità del campione la prova è stata eseguita su di un quantitativo inferiore a quanto previsto dalla norma

Data di emissione:
19/06/2004

Verbale di accettazione:
761

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

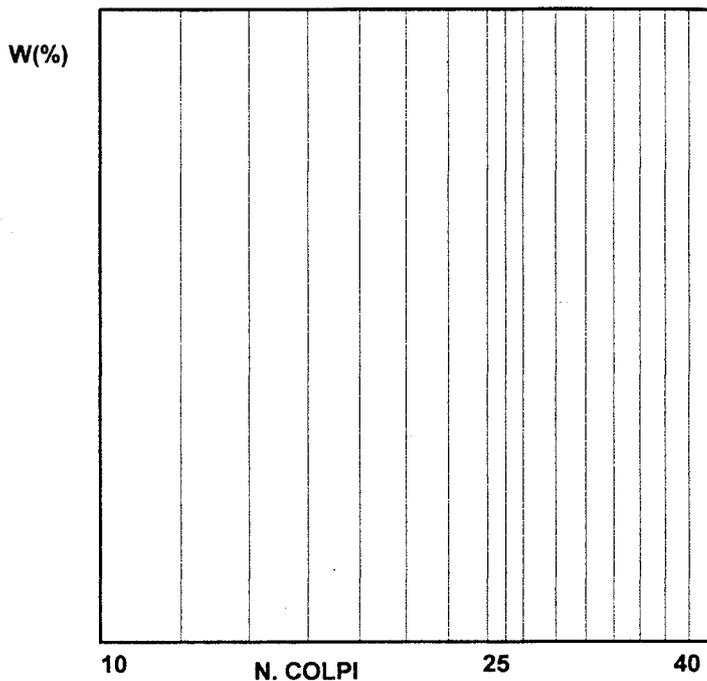
Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 19/05/2004

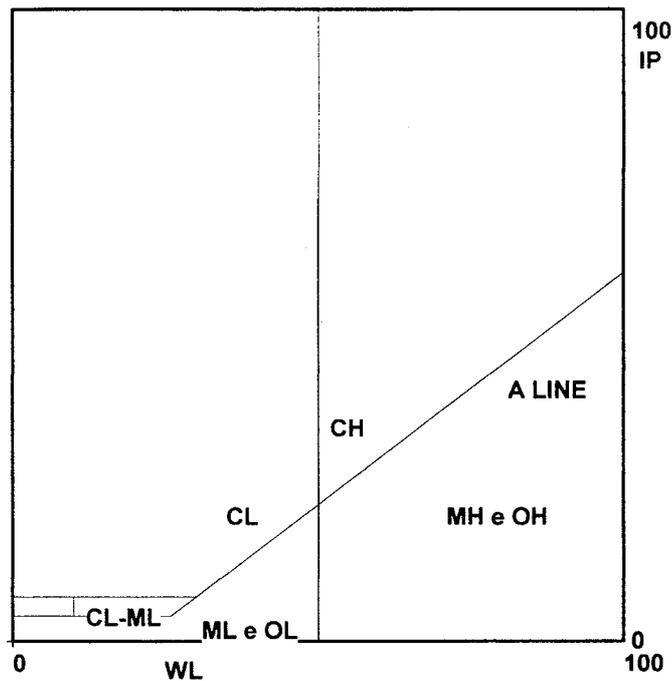
SONDAGGIO: 3SS054
 CAMPIONE: 01C
 PROFONDITA', m: 3.00/3.25
 Data esecuzione prove: 09-16/06/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= -
 (CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO %= N.D.
 (CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO %= N.P.
 (CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO %= N.P.

INDICE DI CONSISTENZA= -

INDICE DI GRUPPO= -

PESO DI VOLUME kN/mc= -
 (ASTM D 2435-02)

ARGILLA %= -

ATTIVITA'= -

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-1-a

CLASSIFICAZIONE USCS :GM

NOTA:

Data di emissione:
 21/06/2004

Verbale di accettazione:
 761

Lo sperimentatore
 Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
 Dott. F. ORI

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
 [ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	26.44
40	0.420	15.32
200	0.074	11.46

LIMITE DI RITIRO %= -
 (CNR-UNI 10014)

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato



COMMITTENTE: **CEPAV DUE**

SONDAGGIO: 3SS054

LOCALITÀ: Linea A.C. Milano - Verona

CAMPIONE: 02C

CANTIERE: Lotto 3

PROFONDITÀ' (m): 6.00/6.45

Data ricevimento campione: 19/05/2004

Data apertura campione: 09/06/2004

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

ALTRO CONTENITORE

ALTRA FUSTELLA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA

GRANULOMETRIA

TAGLIO DIRETTO C.D.

PESO DI VOLUME NATURALE

SEDIMENTAZIONE

COMPRESSIONE E.L.L.

PESO SPECIFICO DEI GRANI

PROVA DI COSTIP. MODIF.

EDOMETRIA

LIMITE DI ATTERBERG

PROVA DI COSTIP. STANDARD

COEFF. DI CONSOLIDAZIONE

CLASSIFICAZIONE

C.B.R.

POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Limo con sabbia di colore giallo	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
21/06/2004

Verbale di accettazione:
761

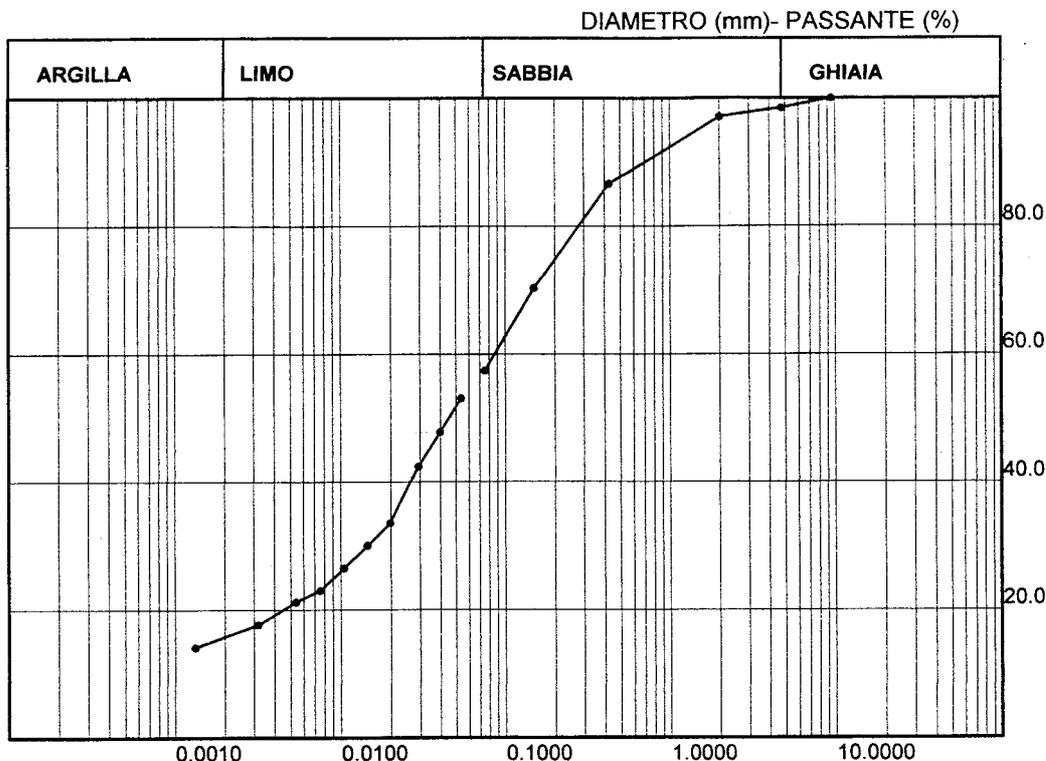
Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 19/05/2004

SONDAGGIO: 3SS054
 CAMPIONE: 02C
 PROFONDITA', m: 6.00/6.45
 Data esecuzione prove: 09-17/06/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 252.18

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
9.500	0.00	100.00
4.750	3.93	98.44
2.000	3.48	97.06
0.425	26.38	86.60
0.150	41.12	70.30
0.075	32.43	57.44

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 50.04

Diametro equiv. mm	Areometro -	Passante %
0.0536	1.030	53.09
0.0398	1.027	47.79
0.0294	1.024	42.48
0.0199	1.019	33.63
0.0144	1.017	30.09
0.0104	1.015	26.55
0.0075	1.013	23.01
0.0054	1.012	21.24
0.0032	1.010	17.70
0.0013	1.008	14.16

GHIAIA, %= 1.56
 SABBIA, %= 41.01
 LIMO, %= 41.98
 ARGILLA, %= 15.45

Tipo di campione: rimaneggiato
 ^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA:

Data di emissione:
21/06/2004

Verbale di accettazione:
761

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

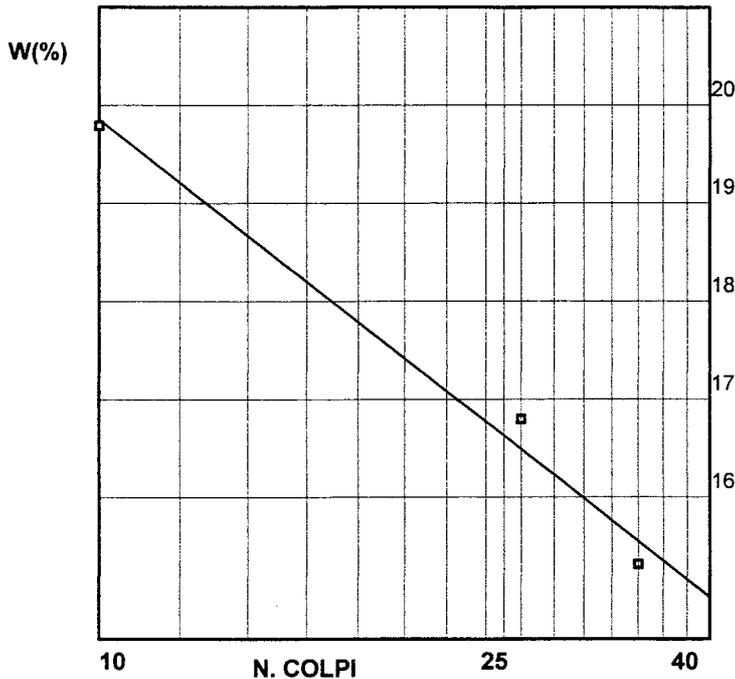
Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE
LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
CANTIERE: Lotto 3
Data ricevimento campione: 19/05/2004

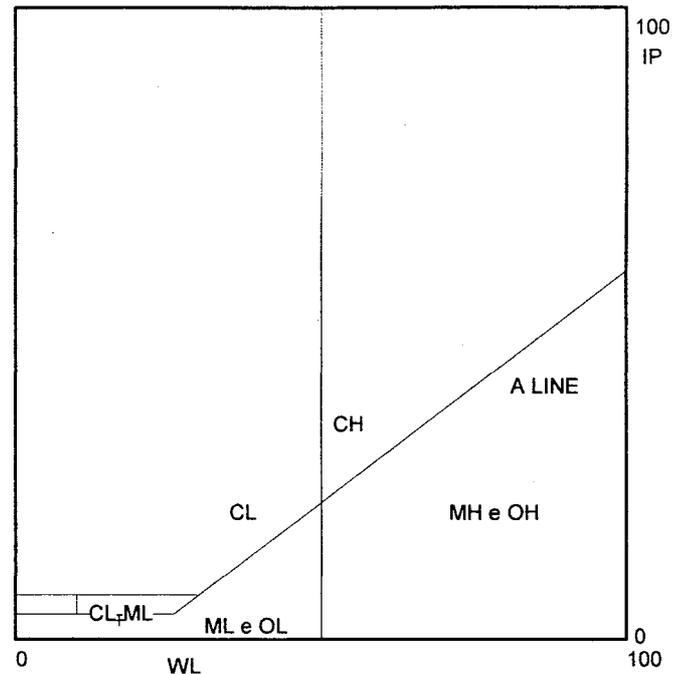
SONDAGGIO: 3SS054
CAMPIONE: 02C
PROFONDITA', m: 6.00/6.45
Data esecuzione prove: 09-16/06/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA % = -
(CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO % = 17
(CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO % = 14
(CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO % = 3

INDICE DI CONSISTENZA = -

INDICE DI GRUPPO = 4

PESO DI VOLUME kN/mc = -
(ASTM D 2435-02)

ARGILLA % = 15.4

ATTIVITA' = 0.2

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-4

CLASSIFICAZIONE USCS :CL

NOTA:

Data di emissione:
21/06/2004

Verbale di accettazione:
761

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE [ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	97.06
40	0.420	86.60
200	0.074	57.44

LIMITE DI RITIRO % = -
(CNR-UNI 10014)

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%) = -

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato



COMMITTENTE: **CEPAV DUE**

SONDAGGIO: 3SS054

LOCALITÀ: **Linea A.C. Milano - Verona**

CAMPIONE: 03C

CANTIERE: **Lotto 3**

PROFONDITÀ' (m): 9.20/9.55

Data ricevimento
campione: 19/05/2004

Data apertura campione: 09/06/2004

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

ALTRO CONTENITORE

ALTRA FUSTELLA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA

GRANULOMETRIA

TAGLIO DIRETTO C.D.

PESO DI VOLUME NATURALE

SEDIMENTAZIONE

COMPRESSIONE E.L.L.

PESO SPECIFICO DEI GRANI

PROVA DI COSTIP. MODIF.

EDOMETRIA

LIMITE DI ATTERBERG

PROVA DI COSTIP. STANDARD

COEFF. DI CONSOLIDAZIONE

CLASSIFICAZIONE

C.B.R.

POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia con limo di colore giallo chiaro con elementi lapidei in prevalenza subarrotondati, poligenici ed eterometrici ($\phi_{max} = 2-3$ cm)	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
21/06/2004

Verbale di accettazione:
761

Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI



COMMITTENTE: **CEPAV DUE**
 LOCALITÀ: **Linea A.C. Milano - Verona**
 CANTIERE: **Lotto 3**
 Data ricevimento campione: **19/05/2004**

SONDAGGIO: **3SS054**
 CAMPIONE: **04C**
 PROFONDITÀ' (m): **12.00/12.45**
 Data apertura campione: **09/06/2004**

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY ALTRO CONTENITORE
 ALTRA FUSTELLA CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA GRANULOMETRIA TAGLIO DIRETTO C.D.
 PESO DI VOLUME NATURALE SEDIMENTAZIONE COMPRESSIONE E.L.L.
 PESO SPECIFICO DEI GRANI PROVA DI COSTIP. MODIF. EDOMETRIA
 LIMITE DI ATTERBERG PROVA DI COSTIP. STANDARD COEFF. DI CONSOLIDAZIONE
 CLASSIFICAZIONE C.B.R. POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia con limo di colore giallo chiaro con elementi lapidei in prevalenza subarrotondati, poligenici ed eterometrici ($\phi_{max} = 2-3$ cm)	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
21/06/2004

Verbale di accettazione:
761

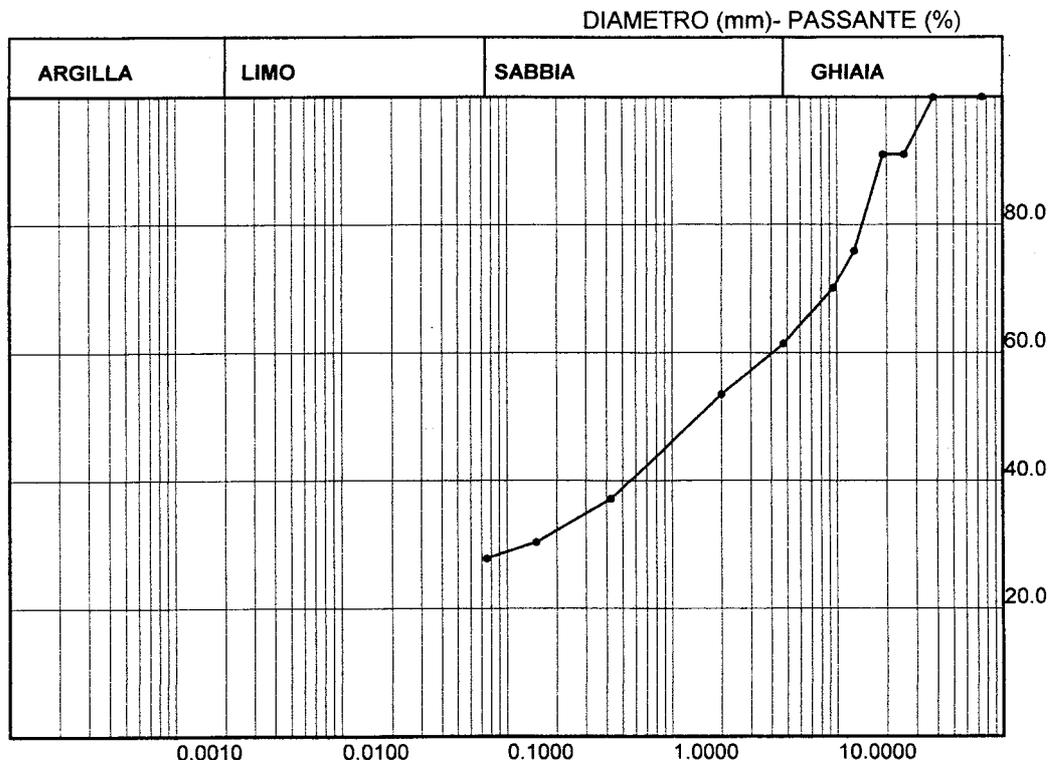
Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 19/05/2004

SONDAGGIO: 3SS054
 CAMPIONE: 04C
 PROFONDITA', m: 12.00/12.45
 Data esecuzione prove: 09-14/06/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 226.92

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
75.000	0.00	100.00
38.100	0.00	100.00
25.400	20.36	91.03
19.050	0.00	91.03
12.700	34.25	75.93
9.500	13.24	70.10
4.750	19.63	61.45
2.000	17.94	53.54
0.425	37.20	37.15
0.150	15.36	30.38
0.075	5.75	27.85

GHIAIA, %= 38.55
 SABBIA, %= 33.60
 LIMO + ARGILLA, %= 27.85

Tipo di campione: rimaneggiato
 ^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA: A causa della scarsità del campione la prova è stata eseguita su di un quantitativo inferiore a quanto previsto dalla norma

Data di emissione:
19/06/2004

Verbale di accettazione:
761

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

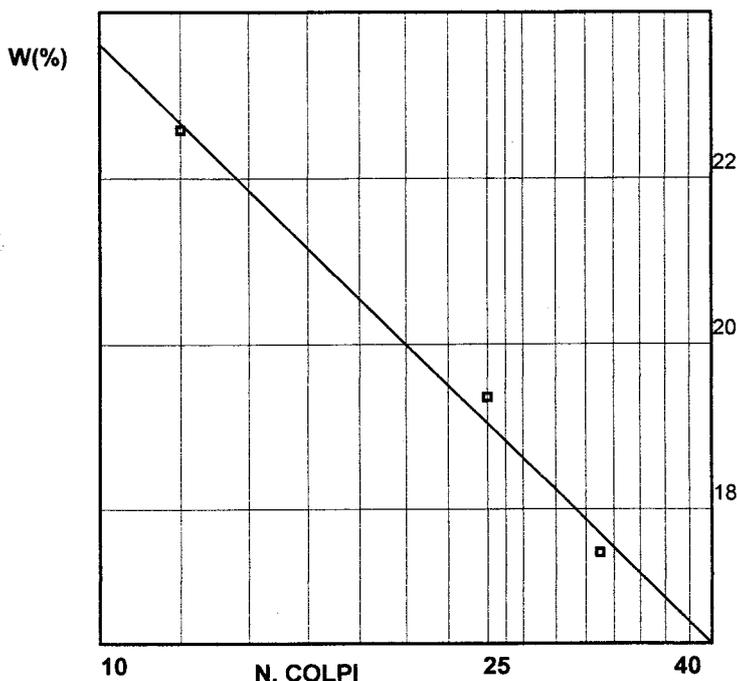
Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 19/05/2004

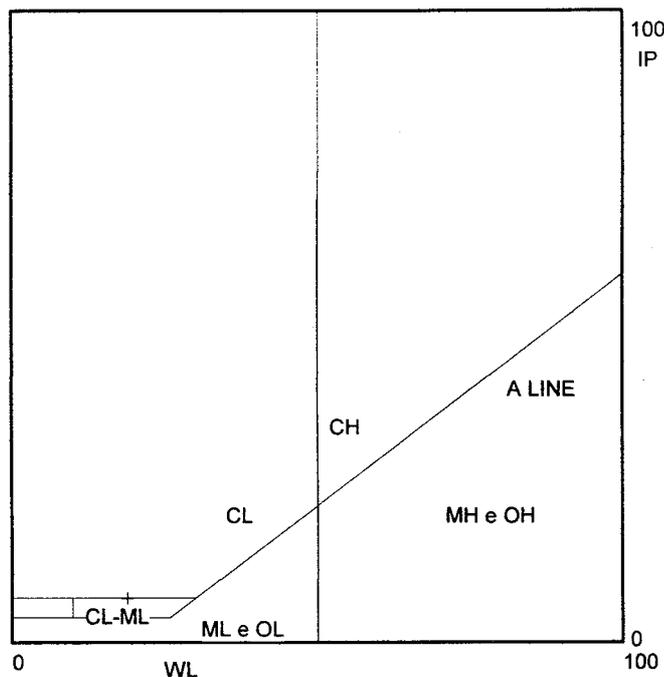
SONDAGGIO: 3SS054
 CAMPIONE: 04C
 PROFONDITA', m: 12.00/12.45
 Data esecuzione prove: 09-16/06/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= -
 (CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO %= 19
 (CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO %= 12
 (CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO %= 7

INDICE DI CONSISTENZA= -

INDICE DI GRUPPO= -

PESO DI VOLUME kN/mc= -
 (ASTM D 2435-02)

ARGILLA %= -

ATTIVITA'= 0.5

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-2-4

CLASSIFICAZIONE USCS :SC

NOTA:

Data di emissione:
 21/06/2004

Verbale di accettazione:
 761

Lo sperimentatore
 Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
 Dott. F. ORI

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
 [ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	53.54
40	0.420	37.15
200	0.074	27.85

LIMITE DI RITIRO %= -
 (CNR-UNI 10014)

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato



COMMITTENTE: **CEPAV DUE**

SONDAGGIO: 3SS054

LOCALITÀ: Linea A.C. Milano - Verona

CAMPIONE: 05C

CANTIERE: Lotto 3

PROFONDITÀ' (m): 15.00/15.45

Data ricevimento campione: 19/05/2004

Data apertura campione: 09/06/2004

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

ALTRO CONTENITORE

ALTRA FUSTELLA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA

GRANULOMETRIA

TAGLIO DIRETTO C.D.

PESO DI VOLUME NATURALE

SEDIMENTAZIONE

COMPRESSIONE E.L.L.

PESO SPECIFICO DEI GRANI

PROVA DI COSTIP. MODIF.

EDOMETRIA

LIMITE DI ATTERBERG

PROVA DI COSTIP. STANDARD

COEFF. DI CONSOLIDAZIONE

CLASSIFICAZIONE

C.B.R.

POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia con limo di colore giallo chiaro con elementi lapidei in prevalenza subarrotondati, poligenici ed eterometrici ($\phi_{max} = 2-3$ cm)	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
21/06/2004

Verbale di accettazione:
761

Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI



COMMITTENTE: **CEPAV DUE**

LOCALITÀ: **Linea A.C. Milano - Verona**

CANTIERE: **Lotto 3**

Data ricevimento
campione: **19/05/2004**

SONDAGGIO: **3SS054**

CAMPIONE: **06C**

PROFONDITÀ' (m): **18.60/19.05**

Data apertura campione: **09/06/2004**

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

ALTRO CONTENITORE

ALTRA FUSTELLA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA

GRANULOMETRIA

TAGLIO DIRETTO C.D.

PESO DI VOLUME NATURALE

SEDIMENTAZIONE

COMPRESSIONE E.L.L.

PESO SPECIFICO DEI GRANI

PROVA DI COSTIP. MODIF.

EDOMETRIA

LIMITE DI ATTERBERG

PROVA DI COSTIP. STANDARD

COEFF. DI CONSOLIDAZIONE

CLASSIFICAZIONE

C.B.R.

POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Limo argilloso di colore giallo scuro	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
21/06/2004

Verbale di accettazione:
761

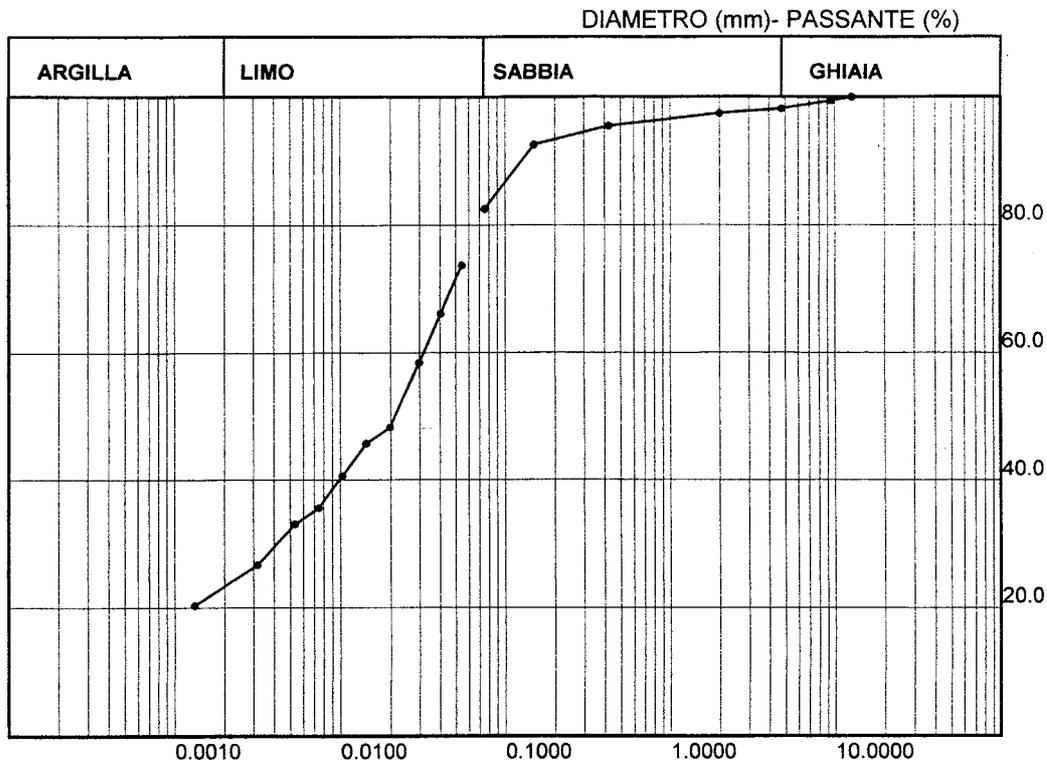
Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE
LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
CANTIERE: Lotto 3
Data ricevimento campione: 19/05/2004

SONDAGGIO: 3SS054
CAMPIONE: 06C
PROFONDITA', m: 18.60/19.05
Data esecuzione prove: 09-17/06/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 214.08

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
12.700	0.00	100.00
9.500	1.25	99.42
4.750	2.66	98.17
2.000	1.67	97.39
0.425	4.11	95.47
0.150	6.21	92.57
0.075	21.53	82.52

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Peso campione, g= 50.05

Diametro equiv. mm	Areometro	Passante %
0.0545	1.029	73.72
0.0404	1.026	66.09
0.0298	1.023	58.47
0.0199	1.019	48.30
0.0142	1.018	45.76
0.0103	1.016	40.67
0.0075	1.014	35.59
0.0053	1.013	33.05
0.0032	1.010	26.69
0.0013	1.008	20.34

GHIAIA, %= 1.83
SABBIA, %= 15.66
LIMO, %= 59.84
ARGILLA, %= 22.68

Tipo di campione: rimaneggiato
^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA: A causa della scarsità del campione la prova è stata eseguita su di un quantitativo inferiore a quanto previsto dalla norma

Data di emissione:
21/06/2004

Verbale di accettazione:
761

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE

LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona

CANTIERE: Lotto 3

Data ricevimento campione: 19/05/2004

SONDAGGIO: 3SS054

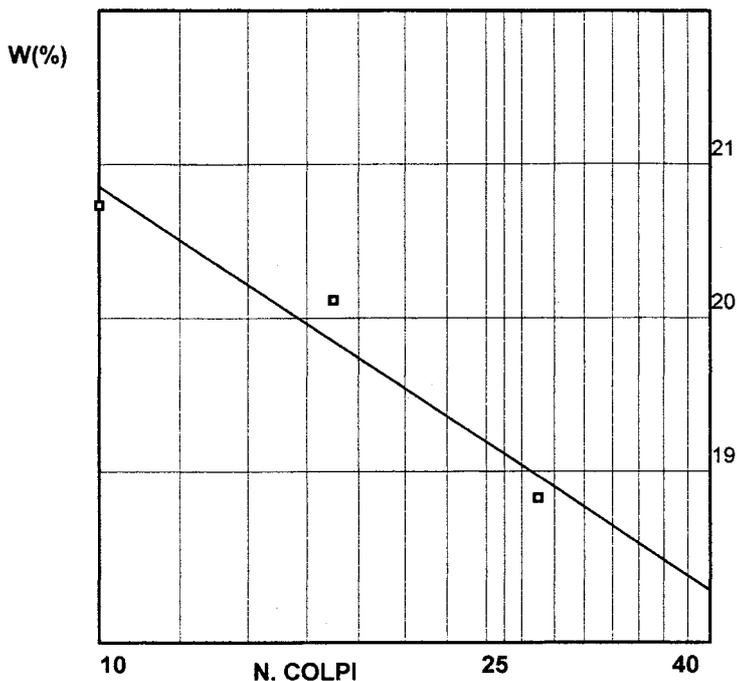
CAMPIONE: 06C

PROFONDITA', m: 18.60/19.05

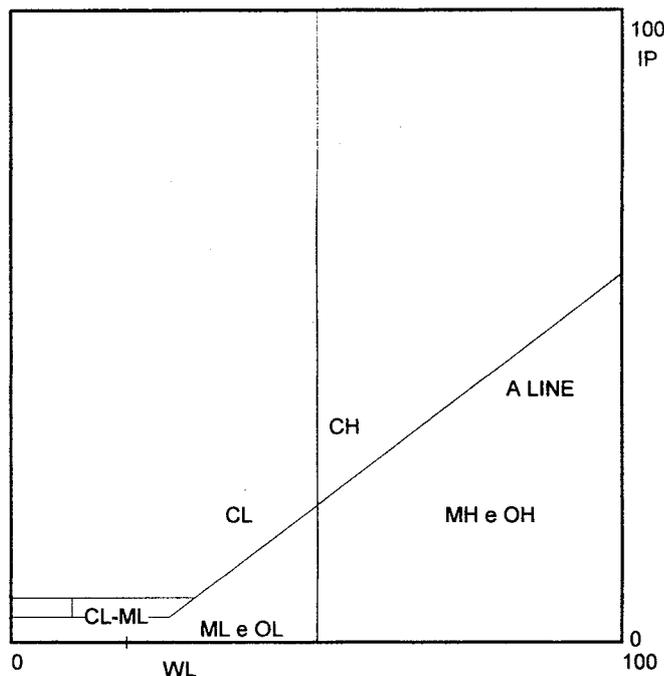
Data esecuzione prove: 09-16/06/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA % = -
(CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO % = 19
(CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO % = N.P.
(CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO % = N.P.

INDICE DI CONSISTENZA = -

INDICE DI GRUPPO = 8

PESO DI VOLUME kN/mc = -
(ASTM D 2435-02)

ARGILLA % = 22.7

ATTIVITA' = -

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-4

CLASSIFICAZIONE USCS :CL

NOTA:

Data di emissione:
21/06/2004

Verbale di accettazione:
761

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE
[ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	97.39
40	0.420	95.47
200	0.074	82.52

LIMITE DI RITIRO % = -
(CNR-UNI 10014)

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%) = -

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

COMMITTENTE: CEPAV DUE
SONDAGGIO: 3SS054
LOCALITÀ: Linea A.C. Milano - Verona
CAMPIONE: 07C
CANTIERE: Lotto 3
PROFONDITÀ' (m): 21.00/21.14
Data ricevimento campione: 19/05/2004
Data apertura campione: 09/06/2004

APERTURA CAMPIONE

 FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

 ALTRO CONTENITORE

 ALTRA FUSTELLA

 CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

 CONTENUTO NAT. D'ACQUA

 GRANULOMETRIA

 TAGLIO DIRETTO C.D.

 PESO DI VOLUME NATURALE

 SEDIMENTAZIONE

 COMPRESSIONE E.L.L.

 PESO SPECIFICO DEI GRANI

 PROVA DI COSTIP. MODIF.

 EDOMETRIA

 LIMITE DI ATTERBERG

 PROVA DI COSTIP. STANDARD

 COEFF. DI CONSOLIDAZIONE

 CLASSIFICAZIONE

 C.B.R.

 POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia limosa di colore giallo bruno con ghiaia poligenica, eterometrica con elementi in prevalenza subarrotondati ($\phi_{max} = 3-4$ cm)	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:
Data di emissione:
21/06/2004

Verbale di accettazione:
761

Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

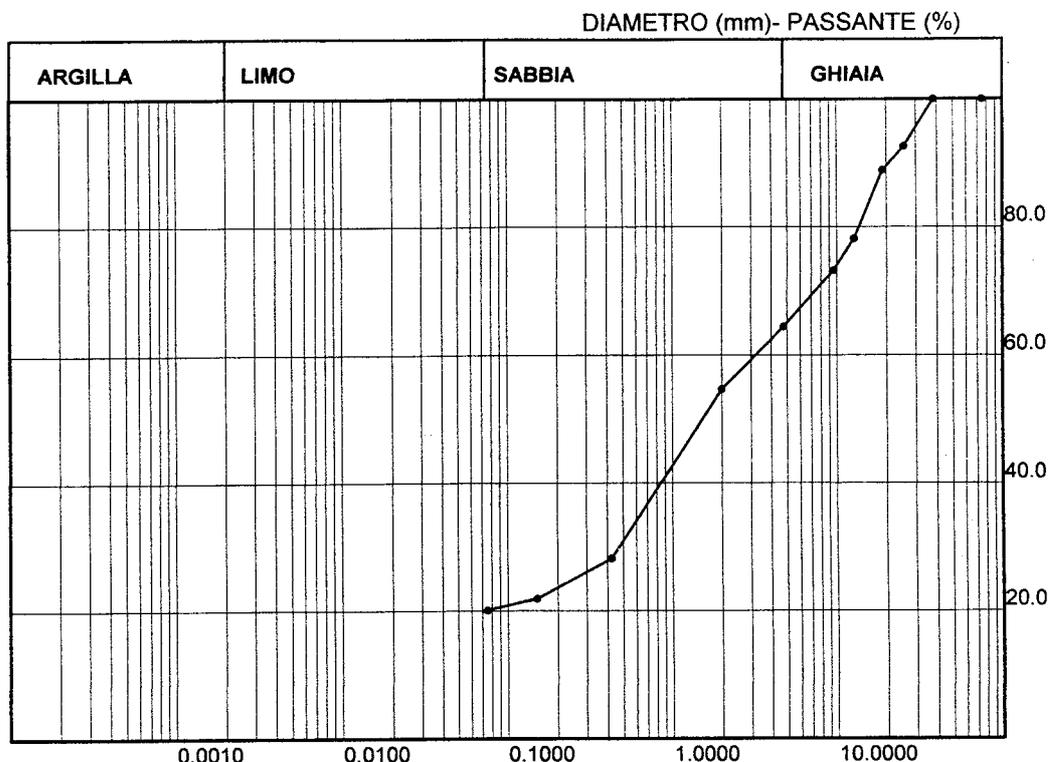
Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI



COMMITTENTE: CEPAV DUE
 LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
 CANTIERE: Lotto 3
 Data ricevimento campione: 19/05/2004

SONDAGGIO: 3SS054
 CAMPIONE: 07C
 PROFONDITA', m: 21.00/21.14
 Data esecuzione prove: 09-14/06/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 821.44

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
75.000	0.00	100.00
38.100	0.00	100.00
25.400	60.65	92.62
19.050	30.26	88.93
12.700	88.29	78.18
9.500	40.76	73.22
4.750	72.30	64.42
2.000	79.96	54.69
0.425	217.27	28.24
0.150	51.78	21.93
0.075	14.70	20.14

GHIAIA, %= 35.58
 SABBIA, %= 44.28
 LIMO + ARGILLA, %= 20.14

Tipo di campione: rimaneggiato
 ^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA: A causa della scarsità del campione la prova è stata eseguita su di un quantitativo inferiore a quanto previsto dalla norma

Data di emissione:
19/06/2004

Verbale di accettazione:
761

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

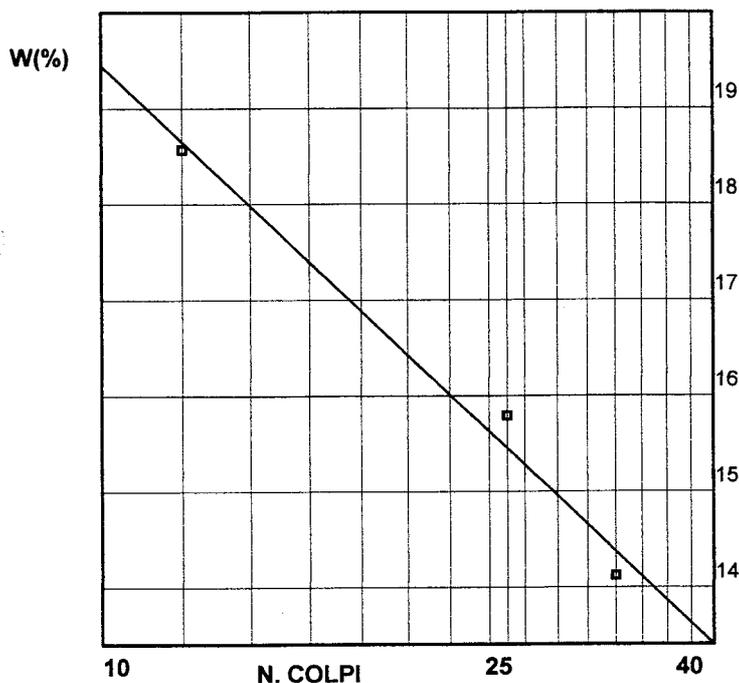
Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE
LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
CANTIERE: Lotto 3
Data ricevimento campione: 19/05/2004

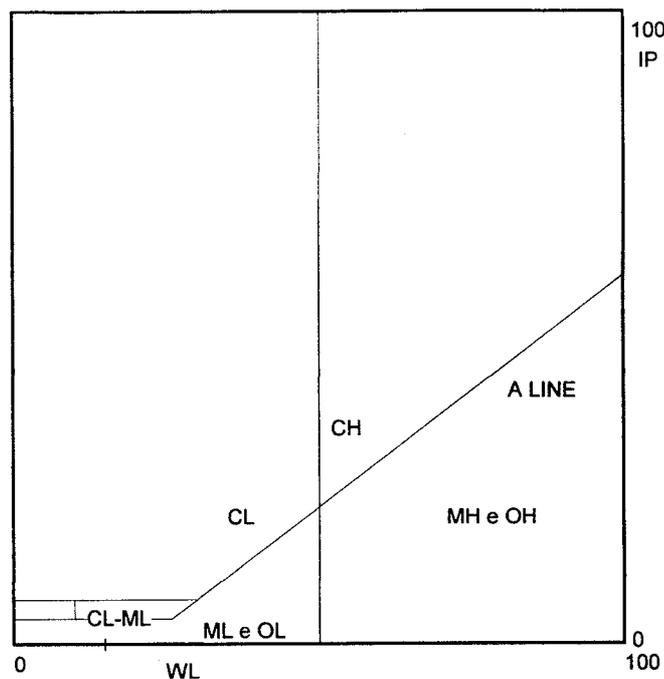
SONDAGGIO: 3SS054
CAMPIONE: 07C
PROFONDITA', m: 21.00/21.14
Data esecuzione prove: 09-16/06/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA %= -
(CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO %= 15
(CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO %= N.P.
(CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO %= N.P.

INDICE DI CONSISTENZA= -

INDICE DI GRUPPO= -

PESO DI VOLUME kN/mc= -
(ASTM D 2435-02)

ARGILLA %= -

ATTIVITA'= -

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-1-b

CLASSIFICAZIONE USCS :SM

NOTA:

Data di emissione:
21/06/2004

Verbale di accettazione:
761

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE [ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	54.69
40	0.420	28.24
200	0.074	20.14

LIMITE DI RITIRO %= -
(CNR-UNI 10014)

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%)= -

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato



COMMITTENTE: **CEPAV DUE**

SONDAGGIO: 3SS054

LOCALITÀ: Linea A.C. Milano - Verona

CAMPIONE: 08C

CANTIERE: Lotto 3

PROFONDITÀ' (m): 24.40/24.52

Data ricevimento
campione: 19/05/2004

Data apertura campione/: 09/06/2004

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

ALTRO CONTENITORE

ALTRA FUSTELLA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA

GRANULOMETRIA

TAGLIO DIRETTO C.D.

PESO DI VOLUME NATURALE

SEDIMENTAZIONE

COMPRESSIONE E.L.L.

PESO SPECIFICO DEI GRANI

PROVA DI COSTIP. MODIF.

EDOMETRIA

LIMITE DI ATTERBERG

PROVA DI COSTIP. STANDARD

COEFF. DI CONSOLIDAZIONE

CLASSIFICAZIONE

C.B.R.

POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia limosa di colore giallo bruno con ghiaia poligenica, eterometrica con elementi in prevalenza subarrotondati ($\phi_{max} = 3-4$ cm)	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
21/06/2004

Verbale di accettazione:
761

Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI



COMMITTENTE: **CEPAV DUE**
 LOCALITÀ: **Linea A.C. Milano - Verona**
 CANTIERE: **Lotto 3**
 Data ricevimento
 campione: **19/05/2004**

SONDAGGIO: **3SS054**
 CAMPIONE: **09C**
 PROFONDITÀ' (m): **27.00/27.07**
 Data apertura campione/: **09/06/2004**

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

ALTRO CONTENITORE

ALTRA FUSTELLA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA

GRANULOMETRIA

TAGLIO DIRETTO C.D.

PESO DI VOLUME NATURALE

SEDIMENTAZIONE

COMPRESSIONE E.L.L.

PESO SPECIFICO DEI GRANI

PROVA DI COSTIP. MODIF.

EDOMETRIA

LIMITE DI ATTERBERG

PROVA DI COSTIP. STANDARD

COEFF. DI CONSOLIDAZIONE

CLASSIFICAZIONE

C.B.R.

POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia limosa di colore giallo bruno con ghiaia poligenica, eterometrica con elementi in prevalenza subarrotondati ($\phi_{max} = 3-4$ cm)	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
21/06/2004

Verbale di accettazione:
761

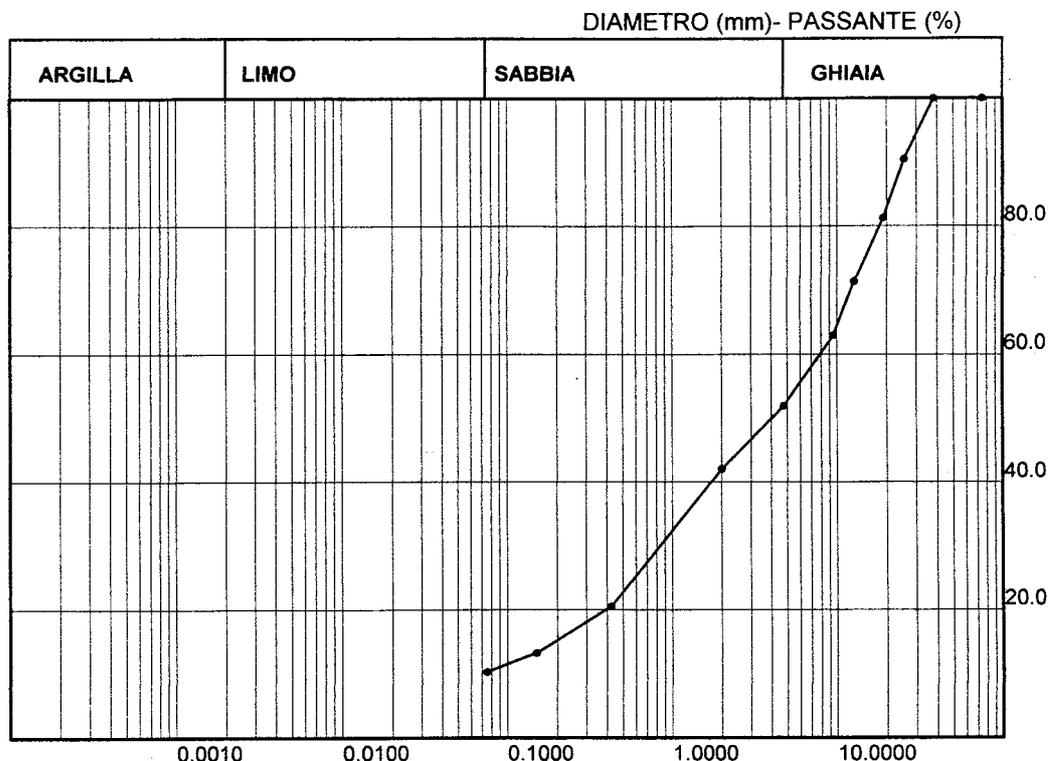
Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE
LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
CANTIERE: Lotto 3
Data ricevimento campione: 19/05/2004

SONDAGGIO: 3SS054
CAMPIONE: 09C
PROFONDITA', m: 27.00/27.07
Data esecuzione prove: 09-14/06/2004

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^



ANALISI PER SETACCI

Peso campione, g= 301.17

Aperture setaccio mm	Peso trattenuto g	Passante %
75.000	0.00	100.00
38.100	0.00	100.00
25.400	28.62	90.50
19.050	27.74	81.29
12.700	29.95	71.34
9.500	25.10	63.01
4.750	33.39	51.92
2.000	29.58	42.10
0.425	64.87	20.56
0.150	21.86	13.30
0.075	8.82	10.37

GHIAIA, %= 48.08
SABBIA, %= 41.55
LIMO + ARGILLA, %= 10.37

Tipo di campione: rimaneggiato
^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA: A causa della scarsità del campione la prova è stata eseguita su di un quantitativo inferiore a quanto previsto dalla norma

Data di emissione:
19/06/2004

Verbale di accettazione:
761

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

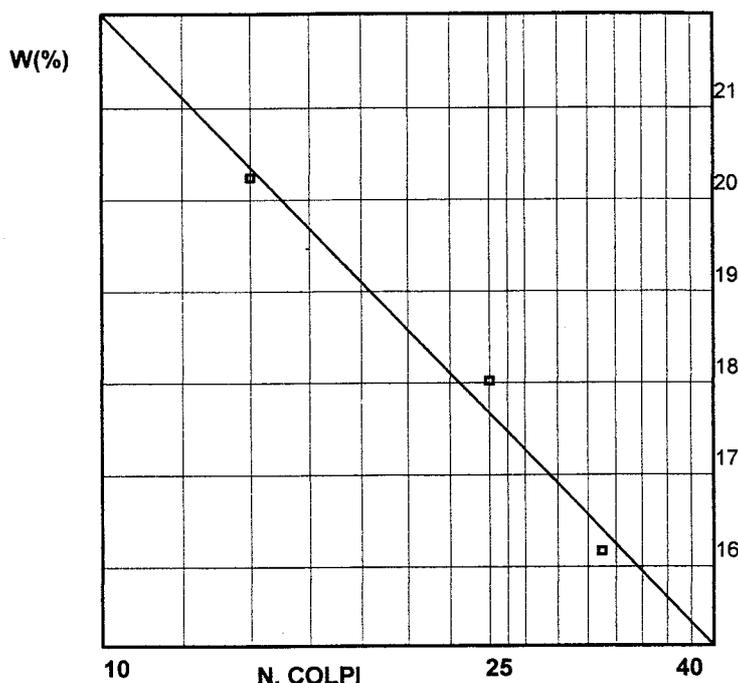
Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

COMMITTENTE: CEPAV DUE
LOCALITA': Linea A.C. Milano - Verona
CANTIERE: Lotto 3
Data ricevimento campione: 19/05/2004

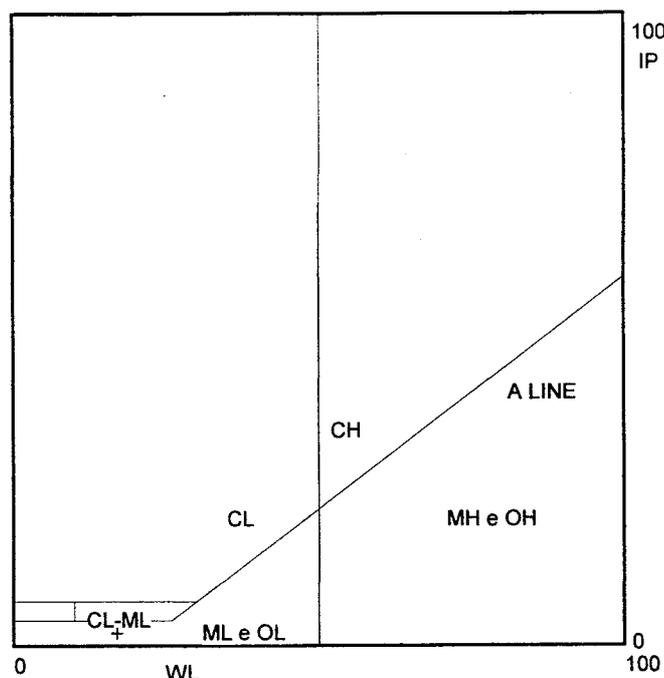
SONDAGGIO: 3SS054
CAMPIONE: 09C
PROFONDITA', m: 27.00/27.07
Data esecuzione prove: 09-16/06/2004

PROVE DI CLASSIFICAZIONE

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA'



CONTENUTO IN ACQUA % = -
(CNR-UNI 10008)

LIMITE LIQUIDO % = 17
(CNR-UNI 10014)

LIMITE PLASTICO % = 15
(CNR-UNI 10014)

INDICE PLASTICO % = 2

INDICE DI CONSISTENZA = -

INDICE DI GRUPPO = -

PESO DI VOLUME kN/mc = -
(ASTM D 2435-02)

ARGILLA % = -

ATTIVITA' = 0.6

CLASSIFICAZIONE CNR-UNI 10006 :A-1-a

CLASSIFICAZIONE USCS :SM

NOTA:

Data di emissione:
21/06/2004

Verbale di accettazione:
761

Lo sperimentatore
Dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del laboratorio
Dott. F. ORI

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE [ASTM D 422-63(R02)]

SETACCIO	APERTURA	PASSANTE
mesh	mm	%
10	2	42.10
40	0.420	20.56
200	0.074	10.37

LIMITE DI RITIRO % = -
(CNR-UNI 10014)

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE(%) = -

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato



COMMITTENTE: **CEPAV DUE**

SONDAGGIO: 3SS054

LOCALITÀ: Linea A.C. Milano - Verona

CAMPIONE: 10C

CANTIERE: Lotto 3

PROFONDITÀ' (m): 30.00/30.08

Data ricevimento
campione: 19/05/2004

Data apertura campione/: 09/06/2004

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY

ALTRO CONTENITORE

ALTRA FUSTELLA

CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA

GRANULOMETRIA

TAGLIO DIRETTO C.D.

PESO DI VOLUME NATURALE

SEDIMENTAZIONE

COMPRESSIONE E.L.L.

PESO SPECIFICO DEI GRANI

PROVA DI COSTIP. MODIF.

EDOMETRIA

LIMITE DI ATTERBERG

PROVA DI COSTIP. STANDARD

COEFF. DI CONSOLIDAZIONE

CLASSIFICAZIONE

C.B.R.

POINT LOAD TEST

P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Sabbia limosa di colore giallo bruno con ghiaia poligenica, eterometrica con elementi in prevalenza subarrotondati ($\phi_{max} = 3-4$ cm)	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Data di emissione:
21/06/2004

Verbale di accettazione:
761

Lo Sperimentatore:
dott. B. TRANQUILLO

Il Direttore del Laboratorio:
dott. F. ORI