

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTO 1- RADDOPPIO RIPALTA – LESINA

GEOTECNICA

Relazione sulla stabilizzazione a calce

L'Appaltatore

CONPAT S.c.a.r.l.
Il Direttore Tecnico

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Data

Firma (Ing. Gianguido Babini)

Data

Firma



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I 0 7	0 1	E	Z Z	R H	G E 0 0 0 5	0 0 3	B	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	PRIMA EMISSIONE	F.Pagliuso	Giugno 2022	C.Leonetti	Giugno 2022	V.Secreti	Giugno 2022	Ing. T. PELLELLA
B	REVISIONE RDV	F.Pagliuso	Giugno 2022	C.Leonetti	Giugno 2022	V.Secreti	Giugno 2022	P. PELLELLA TOMMASO PROFESSIONALE COL. N. 13272

File: LI0701EZZRHGE0005003B

n. Elab. 108

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>GE – GEOTECNICA</p> <p>Relazione sulla stabilizzazione a calce</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005003</td> <td>B</td> <td>2 DI 11</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RH GE0005003	B	2 DI 11
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ RH GE0005003	B	2 DI 11							

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	3
2. IDENTIFICAZIONE DEI TERRENI DA TRATTARE	4
3. STUDIO PRELIMINARE DELLA MISCELA TERRA CALCE	7
4. CONCLUSIONI.....	9
5. ALLEGATI.....	11

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>GE – GEOTECNICA</p> <p>Relazione sulla stabilizzazione a calce</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005003</td> <td>B</td> <td>3 DI 11</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RH GE0005003	B	3 DI 11
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ RH GE0005003	B	3 DI 11							

1. PREMESSA

Il presente elaborato è stato redatto nell’ambito della “Progettazione esecutiva del raddoppio della linea ferroviaria Pescara – Bari nel tratto Termoli – Lesina”, in relazione agli interventi di potenziamento delle infrastrutture nazionali previste dalla legge n.443/2001.

Il ricorso al trattamento del terreno con calce è vincolato, in accordo al Capitolato Costruzioni opere Civili sezione 18, ad una sperimentazione che prevede l’esecuzione di specifiche prove preliminari di laboratorio sul materiale *tal quale* e sulle miscele terra calce.

Il suddetto trattamento riguarda i terreni in sito costituenti il piano di posa dei rilevati RI02 e SSE, ricadente nella WBS FA01, al fine di migliorarne le caratteristiche fisico-meccaniche.

Nei capitoli successivi sono esposte le risultanze della sperimentazione stessa nonché la proposta della miscela sperimentale da testare su apposito campo prova in una fase progettuale successiva.

La campagna di analisi è stata eseguita dal laboratorio GEOCONSULTLAB srl di Manocalzati (AV) su incarico dell’Impresa D’AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
GE – GEOTECNICA Relazione sulla stabilizzazione a calce	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005003</td> <td>B</td> <td>4 DI 11</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RH GE0005003	B	4 DI 11
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ RH GE0005003	B	4 DI 11							

2. IDENTIFICAZIONE DEI TERRENI DA TRATTARE

Al fine di valutare l'idoneità del terreno *tal quale* al trattamento a calce, preliminarmente devono essere eseguite una serie di prove di laboratorio di seguito riepilogate:

Prove di laboratorio	Norma di riferimento	Limiti di accettabilità
Analisi granulometrica	UNI EN ISO 17892-4; CNR B.U. 36	Passante al setaccio 0.425 mm \geq 35%
Limite Liquido (LL)	UNI EN ISO 17892-12	-
Limite Plastico (LP)	UNI EN ISO 17892-12	\geq 10
Contenuto in sostanze organiche	ASTM D 2974-C	\leq 2%
Contenuto in solfati	UNI EN 1744-1	\leq 0.25%
CIC	ASTM C977-92	-
Densità ottima Proctor (r_d)	UNI EN 13286-2	-
Contenuto d'acqua ottimale (W_{opt})	UNI EN 13286-2	-
Indice di portanza immediata (IPI)	UNI EN 13286-47	-
Indice di portanza CBR dopo 96h di imbibizione		
Rigonfiamento dopo 96h di imbibizione		

Riepilogo prove di laboratorio per identificazione terreni.

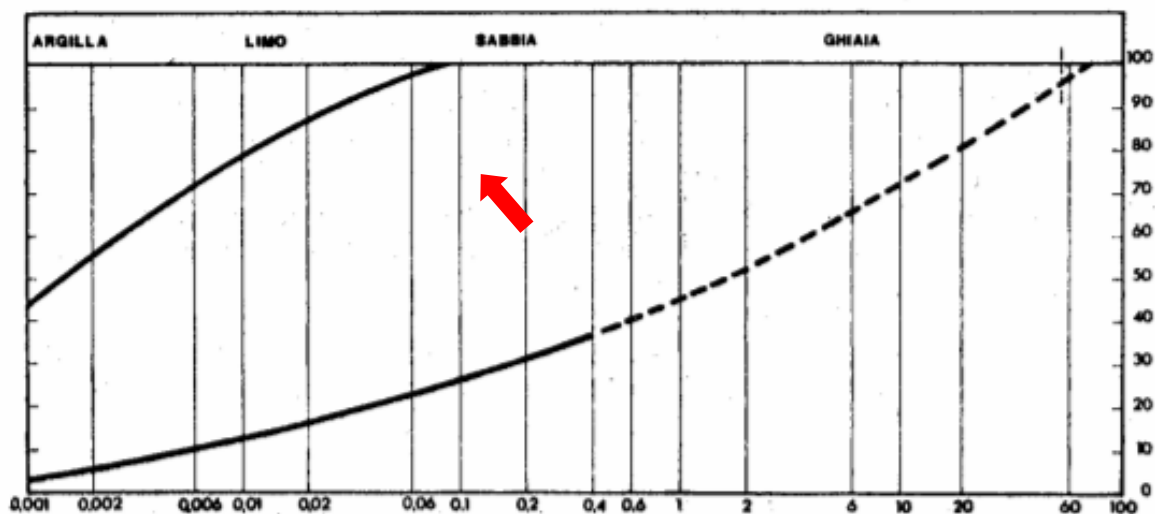
Con riferimento a quanto prescritto dalla norma CNR B.U. n.36 e secondo la classificazione introdotta dalla norma UNI 1006/1963, risultano idonee al trattamento con calce:

- terre limo-argillose dei gruppi A6 e A7 od anche del gruppo A5 quando di origine vulcanica ed organogena;
- terre ghiaia – sabbiosa identificabili come A2-6 e A2-7 se contenenti una frazione di passante al setaccio 0.4 UNI 2332 non inferiore al 35%;

Classificazione generale	Terre ghiaia - sabbiosa							Terre limo - argillose					Torbe e terre organiche palustri
	Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 >35%					
Gruppo	A1	A1 b	A3	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7	A8	
Sottogruppo	A1 a	A1 b											
Analisi granulometrica - Frazione passante al setaccio													
2 UNI 2332 %	≤ 80												
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 80	≥ 80										
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	0			≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	
Indice di plasticità	≤ 6		N.P.	≤ 10	≤ 10max	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10 (IP>LL30)	> 10 (IP>LL30)	
Indice di gruppo	0		0	0		≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 18	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	ghiaia e breccia, sabbione, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	ghiaia e sabbia limosa e argillosa				Limi poco compressibili	Limi fort. compressibili	Argille poco compressibili	Argille fort. compressibili med. plastiche	Argille fort. compressibili fort. plastiche	Torbe di recente o remota formazione e, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	da eccellenti a buone						Da mediocre a scadente					Da scartare come sottofondo	
Azione del gelo sulla qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media				media	elevata	Media	elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve				Lieve o media		elevato	elevato	molto elevato	
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa					Scarsa o nulla				
Identificazione dei territori in sito	Facilmente individuabili a vista		Aspri al tatto friccerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media e elevata allo strato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alla prova di scuotimento - Poverissimi o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di colore bruno a nero - facilmente individuabili a vista

Classificazione delle terre secondo C.N.R. - UNI 10006/1963.

La curva granulometrica deve rientrare nel fuso indicato in figura:



Fuso granulometrico delle terre per la stabilizzazione con calce.

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>GE – GEOTECNICA</p> <p>Relazione sulla stabilizzazione a calce</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005003</td> <td>B</td> <td>6 DI 11</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RH GE0005003	B	6 DI 11
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ RH GE0005003	B	6 DI 11							

Il C.I.C è un parametro molto utile al fine di valutare il dosaggio minimo di calce da utilizzare nel confezionamento della miscela e consiste nella misura del pH della stessa con dosaggi crescenti di legante. Il valore del C.I.C sarà individuato, secondo norma ASTM C977-92, stabilendo la percentuale minima di calce in grado di elevare il pH della miscela terra-calce al valore di 12.5.

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>GE – GEOTECNICA</p> <p>Relazione sulla stabilizzazione a calce</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005003</td> <td>B</td> <td>7 DI 11</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RH GE0005003	B	7 DI 11
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ RH GE0005003	B	7 DI 11							

3. STUDIO PRELIMINARE DELLA MISCELA TERRA CALCE

Il campione di terreno *tal quale* da sottoporre alle prove di idoneità al trattamento è stato prelevato dal pozzetto denominato **PZS4** dal personale del laboratorio incaricato

In accordo a quanto descritto nel capitolo precedente del presente elaborato, le analisi sul campione sono consistite in:

- Classificazione secondo UNI 10006;
- Valore di BLUE CNR UNI 8520 part 15;
- Contenuto di sostanza organica;
- Contenuto di Solfati UNI EN 1744-1;
- Determinazione curva di costipamento Proctor modificata;

Si riepilogano di seguito i risultati delle prove:

Classificazione UNI 10006	A7
Valore del Blue UNI 8520 part.15	225
Contenuto di sostanza organica	1.20%
Contenuto di solfati UNI EN 1744-1	0.09%
Massima densità secca	18.90 kN/mc
Umidità ottimale	16.00%

Sulla scorta dei risultati ottenuti, **il terreno naturale è idoneo al trattamento a calce.**

Appurata l'idoneità del terreno sono state confezionate n.6 miscele con tenore di calce crescente. In accordo al Capitolato Costruzioni opere Civili RFI, per ciascuna miscela sperimentata sono stati determinati i parametri indicati nella tabella sottostante, i cui valori devono rientrare nei limiti di accettabilità indicati.

Prove di laboratorio	Norma di riferimento	Limiti di accettabilità
Densità ottima γ_{opt}	UNI EN 13286-2	-
Contenuto d'umidità ottima W_{opt}		
Indice di portanza immediata (IPI)	UNI EN 13286-47	≥ 10
Indice di portanza CBR a 7 gg di maturazione di cui gli ultimi 4 gg di imbibizione		$\geq 20\%$ per gli strati del piano di posa $\geq 50\%$ per gli strati del corpo del rilevato

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>GE – GEOTECNICA</p> <p>Relazione sulla stabilizzazione a calce</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005003</td> <td>B</td> <td>8 DI 11</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RH GE0005003	B	8 DI 11
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ RH GE0005003	B	8 DI 11							

Rigonfiamento a 7gg di maturazione di cui gli ultimi 4 gg di imbibizione		< 1%
Indice di portanza CBR a 28 gg di maturazione di cui gli ultimi 4 gg di imbibizione	UNI EN 13286-47	-
Compressione semplice a 7 gg di maturazione su n.3 provini con diverso grado di umidità (W_{opt} , $W_{opt+2\%}$, $W_{opt-2\%}$)	UNI EN 13286-41	-
Compressione semplice a 28 gg di maturazione su n.3 provini con diverso grado di umidità (W_{opt} , $W_{opt+2\%}$, $W_{opt-2\%}$)	UNI EN ISO/TS 17892-7	-

Riepilogo prove di laboratorio per la caratterizzazione delle miscele.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina										
GE – GEOTECNICA Relazione sulla stabilizzazione a calce	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005003</td> <td>B</td> <td>9 DI 11</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RH GE0005003	B	9 DI 11
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ RH GE0005003	B	9 DI 11							

4. CONCLUSIONI

Nel presente elaborato vengono sintetizzati i risultati salienti della sperimentazione condotta nell'ambito dei trattamenti a calce previsti in progetto per il piano di posa dei rilevati RI02 e SSE (WBS: FA01).

Sulla scorta delle risultanze della sperimentazione condotta, si deduce che **il contenuto di calce ottimale per la stabilizzazione a calce è pari a 2.50%**, in quanto il C.I.C. pari al 2% di calce ha un pH=12, mentre con il 2.50% di calce il valore del pH è di 12.50%. Pertanto, la miscela che si avvicina a quella teorica è con il 2.50% di calce.

Miscela	Tal Quale	2.5%	3.0 %
Wopt (%)	18.9	18.0	19.0
Ydmax (t/m3)	1.60	1.765	1.650
Limite Liquido	43	34.4	29.8
Limite Plastico	25.3	25.5	N.D
Indice Plastico	17.6	8.9	N.P
IPI (%)	22	69	73

Stralcio da rapporto di prova in allegato – Confronto risultati tra miscela con tenori di calce differente.

Le prove meccaniche eseguite sulle miscele al 2.50% di calce danno valori superiori ai valori richiesti sia a 7gg che a 28gg come illustrato di seguito.

CAMPIONE	Giorni maturazione	Massa volumica g/cc	Res. Compressione N/mm ²
1	7	2.01	1.42
2	7	2.01	1.44
3	7	1.98	1.39
4	7	1.99	1.37
5	28	1.99	2.21
6	28	2.00	2.33
7	28	2.01	2.32
8	28	2.01	2.30

Risultati prova a compressione uniassiale miscela con calce 2.50%.

GE - GEOTECNICA

Relazione sulla stabilizzazione a calce

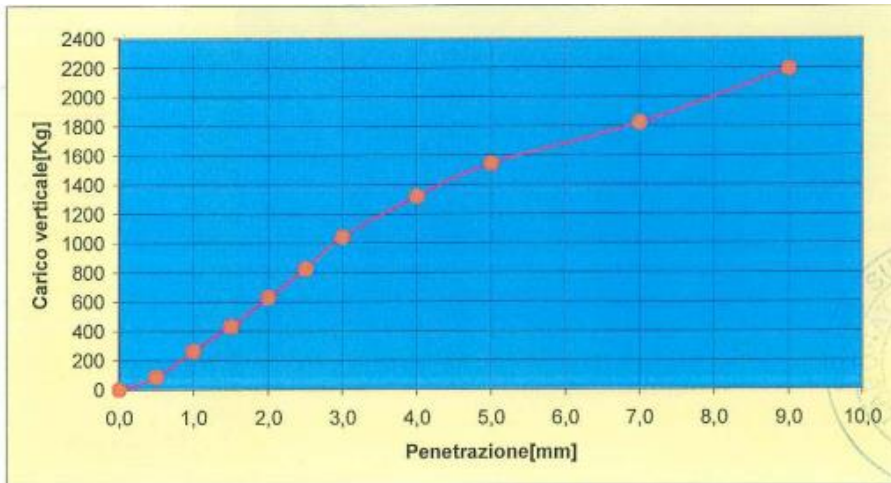
COMMESSA
LI07

LOTTO
01

FASE CODIFICA DOCUMENTO
E ZZ RH GE0005003

REV.
B

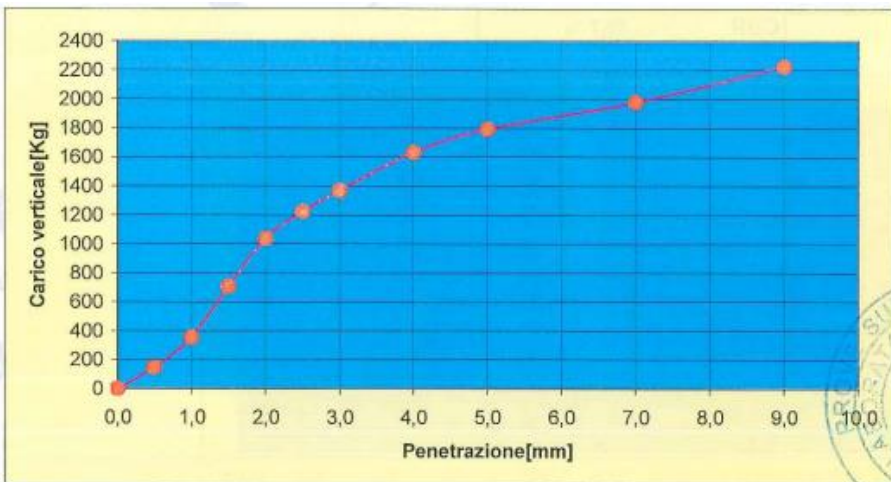
FOGLIO
10 DI 11



PENETRAZIONE [mm]	CARICO VERTICALE [Kg]
0,0	0,0
0,5	86
1,0	261
1,5	431
2,0	629
2,5	823
3,0	1042
4,0	1320
5,0	1544
7,0	1822
9,0	2191

INDICE CBR 2,5	60,5 %
INDICE CBR 5	75,7 %
CBR	75,7 %

Indice di portanza CBR a 7gg.



PENETRAZIONE [mm]	CARICO VERTICALE [Kg]
0,0	0,0
0,5	147
1,0	353
1,5	705
2,0	1038
2,5	1224
3,0	1371
4,0	1633
5,0	1793
7,0	1979
9,0	2224

INDICE CBR 2,5	90,0 %
INDICE CBR 5	87,9 %
CBR	90,0 %

Indice di portanza CBR a 28gg.

Infine, l'indice di portanza CBR, sia a 7gg che a 28gg, è ampiamente maggiore del limite di accettabilità di Capitolato per il piano di posa.

Per maggiori dettagli in merito alle risultanze della sperimentazione si rimanda al report di prova in allegato.

	<p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>										
<p>GE – GEOTECNICA</p> <p>Relazione sulla stabilizzazione a calce</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005003</td> <td>B</td> <td>11 DI 11</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI07	01	E ZZ RH GE0005003	B	11 DI 11
COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
LI07	01	E ZZ RH GE0005003	B	11 DI 11							

5. ALLEGATI

Si allega al presente elaborato:

- Rapporto di prova N. 1687/22/1308 del 02/05/2022;