A G E N Z I A D E L D E M A N I O

DIREZIONE REGIONALE LIGURIA

SERVIZI TECNICI

SPOTORNO
TERRAPIENO IN LOCALITA' SERRA

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRAPIENO EX DISCARICA SITA NEL COMUNE DI SPOTORNO, LOC. SERRA (SV), IDENTIFICATA AL C.T. DEL COMUNE DI SPOTORNO, AL FOGLIO 10, PART. 1441/PARTE



PROGETTO DEFINITIVO

Rev. 27 dicembre 2019

El. B

27/09/2019

COMPENDIO RELAZIONI TECNICHE

Committente: Agenzia del Demanio - Direzione Regionale Liguria

Dirigente: dott. Mario Parlagreco

Responsabile del Procedimento: arch. Riccardo Blanco

RTP: Ing. Paolo GAGGERO - Geol. Alberto DRESSINO - Ing. Luca ROSSI

BLANCO RICCA
2020.01.14 10:46:15
CN=BLANCO RICCARDO
C=IT
O=AGENZIA DEL DEMANI
2.5.4.12=Non Definito
RSA/2048 bits

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI SAVONA
PAOLO GAGGERO
INGEGNERE
N° 463

Elaborato B

COMPENDIO RELAZIONI TECNICHE

Rev. 27 dicembre 2019

RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu

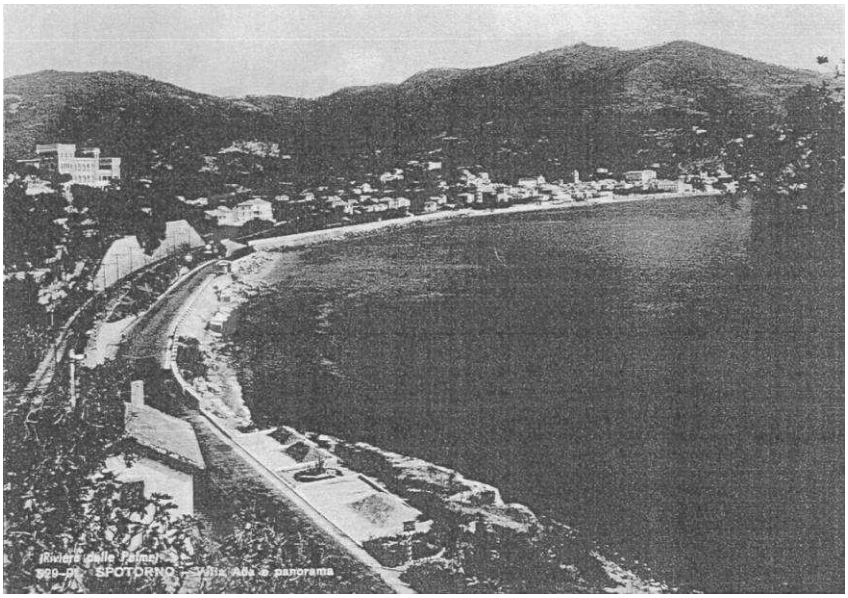
INDICE

1. GEOLOGIA LOCALE 2
2. MODELLO LITOSTRATIGRAFICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA 3
3. IDROLOGIA 4
4. ARCHEOLOGIA 5
5. DIMENSIONAMENTO MASSI MANTELLATA 6

RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu

1. GEOLOGIA LOCALE

Il terrapieno della Serra è stato realizzato con i materiali di risulta degli scavi e delle gallerie della linea ferroviaria Genova-Ventimiglia e dell'Autostrada dei Fiori; essa è stata posata su un litorale sabbioso al confine tra i comuni di Spotorno e Noli.



Nel corso dei decenni il terrapieno ha subito un progressivo arretramento dovuto all'azione erosiva del mare; il fronte si è particolarmente spostato nell'ultimo decennio ed in modo sensibile e repentino con la recentissima mareggiata del 29-30 ottobre.

Recentemente il materiale costitutivo della discarica è stato oggetto di indagini; l'analisi di campioni prelevati in profondità ha peraltro allontanato sospetti di pericolosità del materiale costituente il terrapieno, risultato sostanzialmente esito di versamenti di smarino di galleria e scavi stradali insieme a sporadici e periodici episodi di discarica di materiali edili, raramente accompagnati da rifiuti urbani.

I carotaggi realizzati nel corso delle indagini non sono finalizzati alla verifica delle caratteristiche geologiche e geotecniche dell'insieme, ma hanno potuto illustrare il materiale costitutivo. Il fronte verso mare, battuto ed eroso dalle onde, ha mostrato spesso le stratigrafie costitutive del terrapieno e, talvolta, ha scoperto elementi impropri. Peraltro generalmente il fronte della discarica ha assunto morfologie tipiche di ammassi compatti, con buoni angoli di attrito che hanno contenuto il perimetro della copertura dell'insieme.

RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu

2. MODELLO LITOSTRATIGRAFICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Nel presente paragrafo si riporta quanto osservato al punto 5 dell'Elab. H – Relazione geologica, redatta a cura del dott. Geol. Alberto Dressino.

Sulla base dei rilievi a vario titolo, effettuati dallo scrivente e da altri soggetti di cui è stata fornita copia delle risultanze, è possibile definire l'assetto stratigrafico come la sovrapposizione sul terreno naturale preesistente, costituito da depositi di spiaggia recenti, prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi, di un rilevato avente superficie di circa 9600 me e spessore di circa 5,50-6,00 m costituito da riporti di materiali eterogenei di varia provenienza come descritto in precedenza,

Il rilevato è stato realizzato pressoche totalmente nel decennio 70-80 del secolo scorso, presumibilmente senza seguire particolari tecniche di esecuzione costituendo pertanto un deposito di tipo "*casuale*". Va peraltro detto che negli oltre 40 anni successivi l'uso periodico per attività diverse (una a carattere temporanea, l'altra annuale) per manifestazioni turistiche e per le attrezzature di luna park, si è configurato un sostanziale e progressivo consolidamento (come dimostra la capacità di mantenere nel tempo la quasi verticalità dei fronti esposti) tale da attribuire al deposito la definizione di *terra forte* cui competono i seguenti valori medi dei principali parametri fisico-meccanici, avendo considerato, procedendo a favore della sicurezza, un comportamento prevalentemente di tipo incoerente pur ammettendo la presenza anche di un contributo da parte della coesione ma di difficile parametrizzazione in assenza di specifiche prove di laboratorio sui terreni:

peso di volume naturale	18,50 kN/m^3
peso di volume saturo	20,00 kN/m^3
angolo di attrito interno	38°

RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu

3. IDROLOGIA

La discarica della Serra è distesa su una parte di litorale contenuto tra due corsi d'acqua:

- Rio Torbora, a sud
- Rio Crovetto, a nord.



I bacini dei due rii sono alquanto modesti: mentre il secondo percorre il tratto focivo in area alquanto urbanizzata, il primo (di minore importanza idraulica) si snoda nelle pendenze collinari sino a raggiungere la costa in sensibile velocità. Nessuno dei due corsi, peraltro, ha rapporti diretti con l'area occupata dal terrapieno.

Si riporta le conclusioni dedotte dal dott. Geol Alberto Dressino nell'Elab. H –Relazione geologica, al paragrafo 3, a fronte dell'analisi relativa alla normativa di Piano di Bacino:

''E' pertanto possibile attestare che non si hanno elementi di rischio legati a problematiche di natura geologica, geomorfologica ed idrogeologica per cui, sotto i profili esaminati, l'intervento risulta ammissibile e compatibile con la normativa di Piano di Bacino del torrente Crovetto.''

RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu

4. ARCHEOLOGIA

La Serra è una discarica realizzata nella seconda metà del secolo scorso: pertanto non è neppure lontanamente ipotizzabile una sua rilevanza a fini archeologici, se non relativa all'area di impianto, costituita da una spiaggia in aderenza al tracciato originale della via Aurelia, ora in gran parte spostata sulla ex sede ferroviaria. Pertanto il tema archeologico non può essere esteso al contenuto del terrapieno, che è intenzione di conservare e valorizzare dopo una fase di messa in sicurezza.

RTP		
Dott. Ing. PAOLO GAGGERO Via Pia 130 r – 17100 Savona **ing.gaggero@libero.it** **paolo.gaggero21@ingpec.eu**	*Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO* Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure albertodressino@tin.it albertodressino@comune.pec.it	*Dott. Ing LUCA ROSSI* Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte luca87.rossi@hotmail.com luca87.rossi@ingpec.eu

5. DIMENSIONAMENTO MASSI MANTELLATA

A vantaggio di sicurezza nel presente progetto riteniamo di poter utilizzare, per i dimensionamenti, le caratteristiche dell'onda significativa ricavata dalla teoria dell'onda solitaria, sviluppata sulla profondità finale di 3,5 ÷ 4,0 ml, corrispondenti pertanto a

0.78 x 3,5 ÷ 4,0 = 2,75 ÷ 3.12

assunto pari a 3.00 m.

La verifica è condotta con l'espressione di Hudson (1959) che è quella più largamente usata per ricavare il peso degli elementi della mantellata ed è stata ricavata in base ad un gran numero di risultati sperimentali.

$$W = \frac{\gamma \cdot H^3}{K_D \cdot (\gamma/\gamma_w - 1)^3 \cdot \cot\theta}$$

In cui :

γ = densità del materiale costituente la mantellata (2.600 kgg/mc)

γ_W = densità dell'acqua di mare (1.030 kg/mc)

H = Altezza dell'onda di calcolo = 3,00 m

K_D = E' un coefficiente di stabilità in funzione della forma dei massi, della scabrezza superficiale della mantellata, del grado di ammorsamento dei massi, dell'ubicazione della sezione allo studio (Sezione corrente o di testata), assunto pari a 2 (onda frangente su masso naturale a spigoli vivi);

θ = Angolo che la scarpata forma con l'orizzontale, p nel caso in esame $\cot\theta$ = 1,5

Risulta

W = 6,61 t

pertanto dovranno essere utilizzati massi di III° categoria caratterizzati da un singolo tonnellaggio almeno pari al valore individuato.

RTP

Dott. Ing. PAOLO GAGGERO
Via Pia 130 r – 17100 Savona
ing.gaggero@libero.it
paolo.gaggero21@ingpec.eu

Dott. Geol. ALBERTO DRESSINO
Vico Ferri 1 – 17024 Finale Ligure
albertodressino@tin.it
albertodressino@comune.pec.it

Dott. Ing LUCA ROSSI
Via Bertolotti 79/B – 17014 Cairo M.tte
luca87.rossi@hotmail.com
luca87.rossi@ingpec.eu

SPOTORNO - TERRAPIENO EX DISCARICA IN LOCALITÁ SERRA

FORMULA di HUDSON

La formula di Hudson e rappresentata dalla seguente espressione

$$W=(Wr/(Sr-1)^3*A^3/(Kctg@))$$

dove

Wr e' il peso specifico del litotipo usato per la scarpata	= t/mc	2,6	
A e' l'altezza d'onda incidente sull'opera	= m	3,00	
ctg@ e' la inclinazione della scarpata sull'orizzontale	=	1,5	
K e' un coefficiente	K =	2	
per cui nel caso in esame il valore del peso del singolo masso W risulta =ton		6,61	

volume masso mc. 2,54
diametro sfera equivalente 1,69

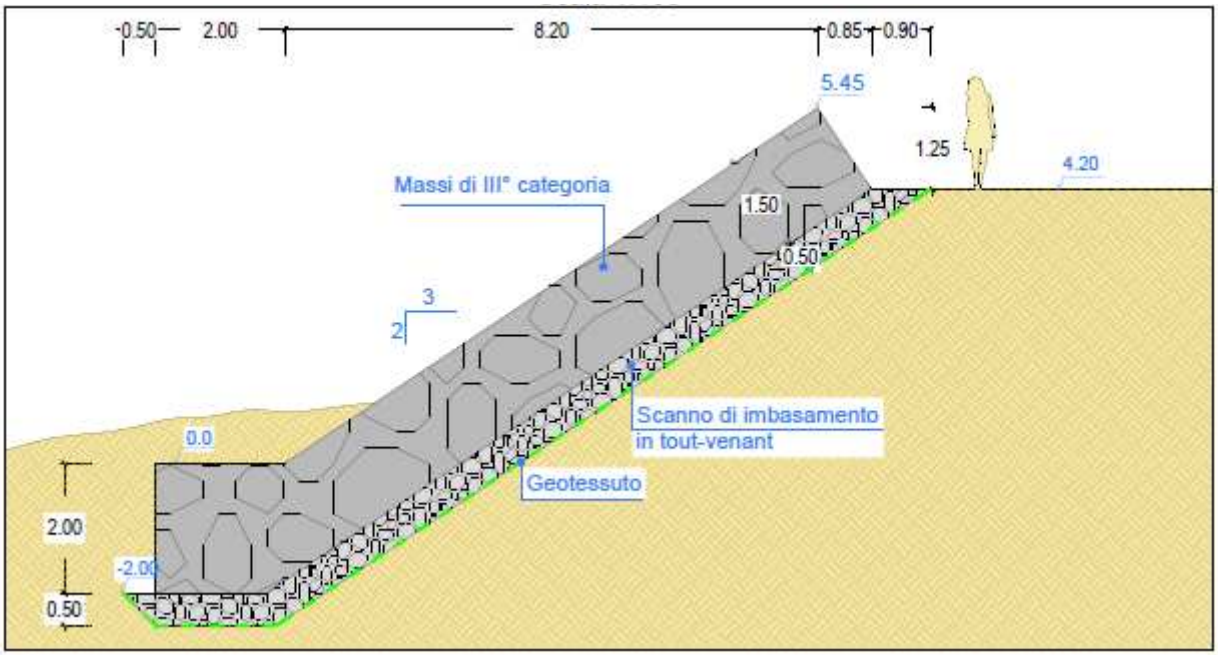
Viene fornita peraltro una tabella di variazione dei valori di W al variare di A e di ctg@

	altezza d' onda incidente														
pendenza	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5
1/1	1,24	1,97	2,94	4,18	5,74	7,63	9,91	12,60	15,74	19,36	23,49	28,18	33,45	39,34	45,88
1.5/1	0,83	1,31	1,96	2,79	3,82	5,09	6,61	8,40	10,49	12,91	15,66	18,79	22,30	26,23	30,59
2/1	0,62	0,98	1,47	2,09	2,87	3,82	4,96	6,30	7,87	9,68	11,75	14,09	16,72	19,67	22,94
2.5/1	0,50	0,79	1,17	1,67	2,29	3,05	3,96	5,04	6,30	7,74	9,40	11,27	13,38	15,74	18,35
3/1	0,41	0,66	0,98	1,39	1,91	2,54	3,30	4,20	5,25	6,45	7,83	9,39	11,15	13,11	15,29
3.5/1	0,35	0,56	0,84	1,19	1,64	2,18	2,83	3,60	4,50	5,53	6,71	8,05	9,56	11,24	13,11
4/1	0,31	0,49	0,73	1,05	1,43	1,91	2,48	3,15	3,93	4,84	5,87	7,04	8,36	9,84	11,47
4.5/1	0,28	0,44	0,65	0,93	1,27	1,70	2,20	2,80	3,50	4,30	5,22	6,26	7,43	8,74	10,20
5/1	0,25	0,39	0,59	0,84	1,15	1,53	1,98	2,52	3,15	3,87	4,70	5,64	6,69	7,87	9,18

categorie		
	1ª	da 50 kg a ton 1
	2ª	da ton 1.01 a ton 3.0
	3ª	da ton 3.01 a ton 7.0
	4ª	oltre 7.01 ton

pendenza	onda incidente prevista 3
1/1	9,91
1.5/1	6,61
2/1	4,96
2.5/1	3,96
3/1	3,30
3.5/1	2,83
4/1	2,48
4.5/1	2,20
5/1	1,98

La sezione di progetto per il contenimento di sicurezza del terrapieno risulta pertanto:



L'altezza del terrapieno, attualmente pari ad un valore costante intorno a + 6 metri sul livello medio mare, viene abbassata per recuperare il materiale di riempimento della fascia frontale erosa dal 1993 ad oggi. La nuova quota è fissata a + 4,20 metri sul livello medio mare.

Peraltro negli studi citati è stata valutata una capacità di risalita dell'onda sull'opera pari a circa 4,50 metri lineari, per cui la mantellata deve essere spinta in altezza a valori superiori a tale limite. Come risulta anche dalla sezione sopra riportata, la mantellata raggiunge quota pari a circa 5,5 metri sul livello medio mare di tutta sicurezza per la difesa dagli effetti del *run up*.