

NOTE DI INTEGRAZIONE ALLA RELAZIONE DEL SETTEMBRE 2015

1. ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI

Relazione geologica

Si precisa che l'estrema variabilità tessiturale in senso areale dei sedimenti individuati con le indagini geognostiche non consente la realizzazione di sezioni litostratigrafiche attendibili. Si ritiene pertanto più appropriata la locale disamina stratigrafica effettuata e consultabile a lato del grafico delle prove Cpt.

Dalle analisi granulometriche pregresse effettuate dal laboratorio LabAnalysis sui terreni di cava si rileva che essi appartengono in massima parte alla categoria A4 e quindi consoni alle prospettive progettuali.

Relazione geotecnica

- 1) le correlazioni utilizzate per la definizione dei parametri geotecnici dei terreni sono riportate a pag. 19 della relazione (par. 6.4 Parametri geotecnici).
- 2) La rappresentazione geotecnica dei terreni di fondazione è riportata, per ciascun punto di prova e ad intervalli di 20 cm, da pag. 20 della relazione (par. 6.4 Parametri geotecnici), nonché negli allegati delle prove Cpt per quanto concerne la resistenza alla punta (q_c) ed il rapporto di attrito laterale locale (q_c/f_s).
- 3) Il significato dei parametri geotecnici è riportato a pag. 19 della relazione: si specifica comunque che i simboli usati sono quelli della normativa internazionale ossia:

φ' = angolo di attrito

C_u = coesione non drenata

c' = coesione residua

E = modulo elastico

γ' = peso di volume immerso

γ_{sat} = peso di volume saturo



La zonazione geotecnica è stata sintetizzata a pag. 40 della relazione (par. 6.4 Sintesi dei risultati ottenuti) e le conseguenti verifiche di stabilità sono state effettuate per le differenti zona geotecniche: a queste si aggiunge al punto successivo la verifica per la zona 3 precedentemente non riportata.

Le verifiche sono state svolte in condizioni statiche per il carattere geotecnico, considerando il carico del terreno del rilevato (Ed) per un'ipotetica sezione dove l'altezza dello stesso è di 4 m con falda a piano campagna senza incidenza del carico accidentale.

Dall'analisi stratigrafica su tutto il tracciato si deduce che il rilevato arginale poggerà sempre sui terreni superficiali a componente limosa, motivo per cui le verifiche di stabilità per il rilevato sono state effettuate con gli angoli di attrito minimi riscontrati in fase di indagine per le differenti zone.

2. VERIFICHE DI STABILITA'

ANALISI DI STABILITA' PER IL LIVELLO SUPERFICIALE AI SENSI DEL DM 14/01/2008 CONDIZIONI STATICHE

RILEVATI (ZONA 3)

Per $\varphi' = 20^\circ$ $c' = 10 \text{ kN/m}^2$ $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$ **ZONA 3**

Qlim	239 kN/m ²
------	-----------------------

Combinazione (A ₂ +M ₂ +R ₂) (GEO) A ₂ = 1 M ₂ = 1,25 $\gamma_r = 1,8$		
SLE	Qlim (kN/m ²)	Rd (kN/m ²)
	180	100
Combinazione (A ₁ +M ₁ +R ₃) (STR/GEO) A ₂ = M ₁ = 1 $\gamma_r = 2,3$		
SLU	Qlim (kN/m ²)	Rd (kN/m ²)
	239	103.9



Per $\varphi' = 22^\circ$ $c' = 10 \text{ kN/m}^2$ $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$ **ZONA 1**

Qlim	281 kN/m ²
------	-----------------------

Combinazione (A ₂ +M ₂ +R ₂) (GEO) A ₂ = 1 M ₂ = 1,25 $\gamma_r = 1,8$		
SLE	Qlim (kN/m ²)	Rd (kN/m ²)
	203	112,7
Combinazione (A ₁ +M ₁ +R ₃) (STR/GEO) A ₂ = M ₁ = 1 $\gamma_r = 2,3$		
SLU	Qlim (kN/m ²)	Rd (kN/m ²)
	281	122,1

Per $\varphi' = 24^\circ$ $c' = 10 \text{ kN/m}^2$ $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$ **ZONA 2 e 4**

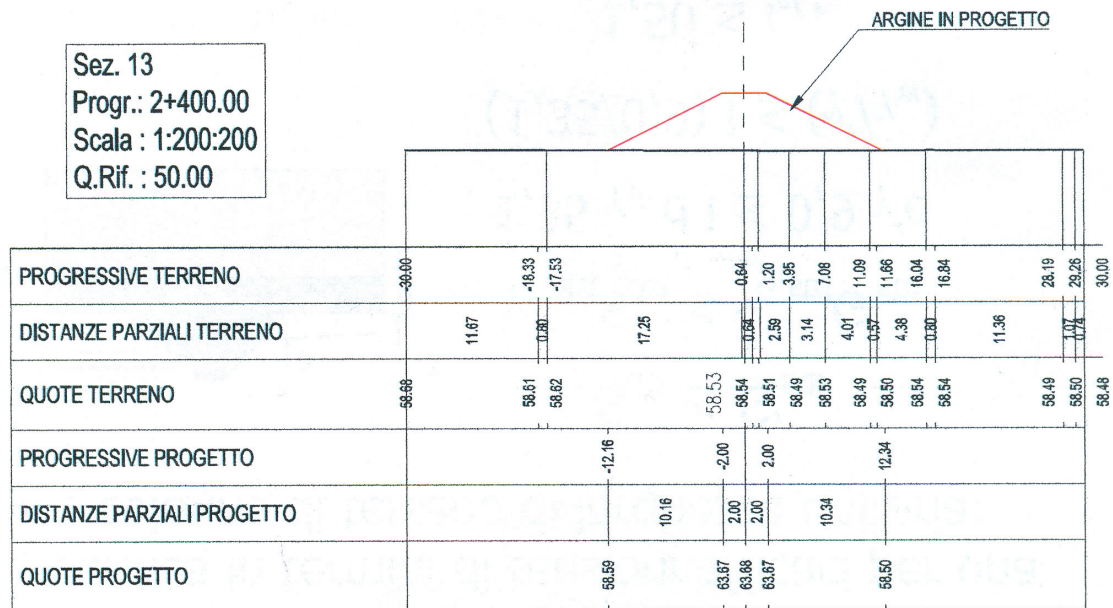
Qlim	332 kN/m ²
------	-----------------------

Combinazione (A ₂ +M ₂ +R ₂) (GEO) A ₂ = 1 M ₂ = 1,25 $\gamma_r = 1,8$		
SLE	Qlim (kN/m ²)	Rd (kN/m ²)
	231	128,3
Combinazione (A ₁ +M ₁ +R ₃) (STR/GEO) A ₂ = M ₁ = 1 $\gamma_r = 2,3$		
SLU	Qlim (kN/m ²)	Rd (kN/m ²)
	332	144,3



3. FILTRAZIONE

Si fa riferimento alla sezione 13 di progetto, ritenuta esplicativa in quanto relativa ad un punto di massima elevazione del rilevato.

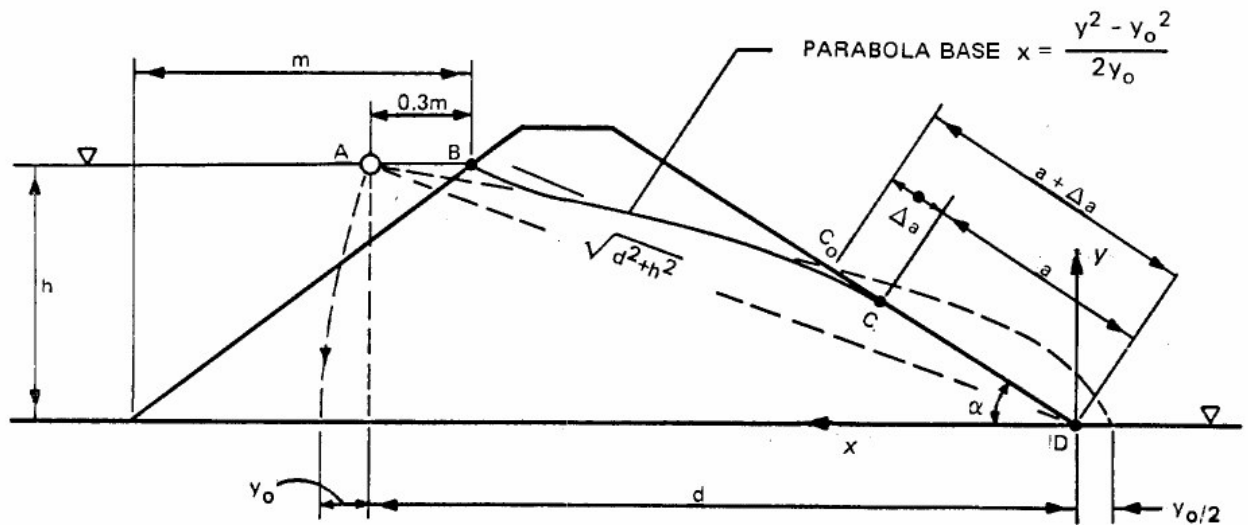


Assumendo un diametro caratteristico $d_{50} = 2$ mm, un angolo di riposo φ' di 38° e una conduttività k di 10^{-5} ms-1.

Verifica della superficie libera al moto di filtrazione.

La verifica viene effettuata in condizioni di moto permanente.

Utilizzando il metodo di Shaffernak dove con α si indica con α l'angolo lato campagna e con β l'angolo lato fiume, in questo caso uguali a 30° , si ha:



$$a = \frac{d}{\cos \alpha} - \sqrt{\frac{d^2}{\cos^2 \alpha} - \frac{h^2}{\sin^2 \alpha}}$$

Da cui, con riferimento alla sezione 13 di progetto, si ottiene:

$$d = 18,2 \text{ m}$$

$$a = 2,27 \text{ m}$$

La portata di filtrazione q è data dalla relazione:

$$q = ka \sin \alpha \tan \alpha$$

Da cui per $k = 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$ si ottiene

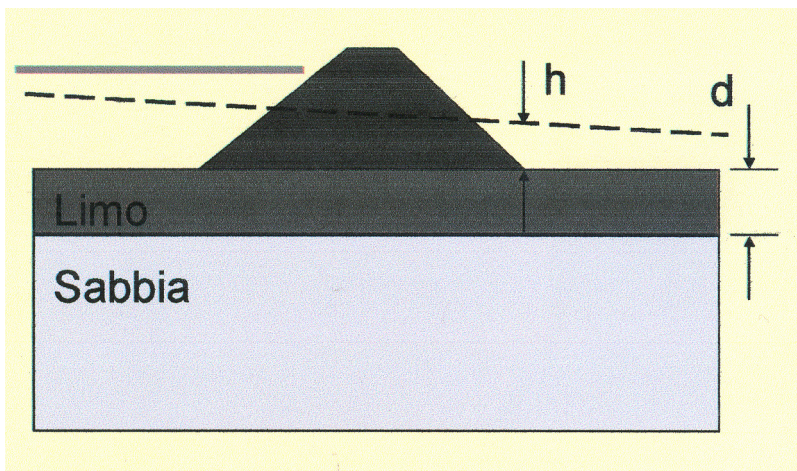
$$q = 0,646 \text{ ls}^{-1} \text{ km}^{-1}.$$

4. FIGURE ESPLICATIVE

Le figure esplicative per le verifiche effettuate al sifonamento e idraulici sono i seguenti.

A) SIFONAMENTO

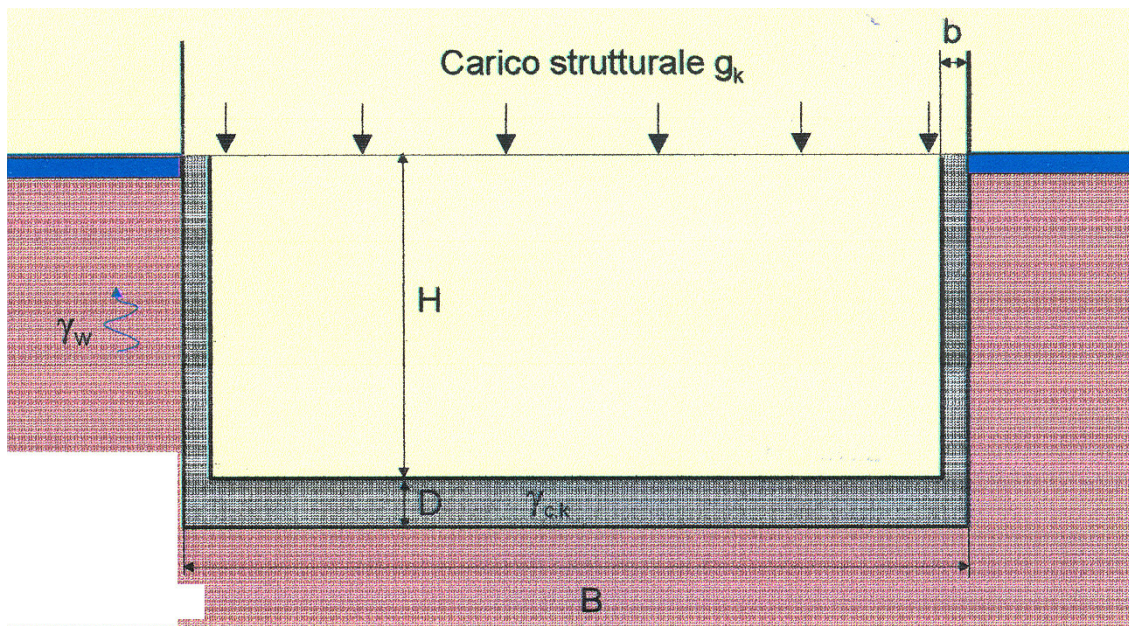
$$FS = i_c / i \text{ dove } i = h/d \text{ e } i_c = \gamma' / \gamma_w.$$



Schema utilizzato per la verifica al sifonamento

Dh (o d) espresso in metri, è lo spessore dello strato superficiale

B) SOLLEVAMENTO



Schema utilizzato per la verifica al sollevamento

- $B = 15 \text{ m}$ $H = 3 \text{ m}$
- $c'_k = 0$ $\varphi'_k = 30^\circ$
- $\gamma_k = 20 \text{ kN/m}^3$ (sotto falda)
- $G_k = \text{carico strutturale} = 45 \text{ kPa}$
- Peso specifico calcestruzzo $= \gamma_{ck} 25 \text{ kN/m}^3$



- Spessore parete del canale $b = 0,40$ m
- Spessore soletta di fondazione $D = 0,50$ m

5. ASPETTI SISMICI

La valutazione della classe d'uso sismica è stata attuata utilizzando letteralmente il significato dell'opera, come descritta dalla normativa:

CLASSE 1 *Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.*

Volendo attuare una classificazione più specifica dell'opera, può essere utilizzata la classe 2, di cui si allegano i parametri sismici.

CLASSE 2 *Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.*

Parametri sismici per la classe d'uso II

Classe d'uso	Coefficiente d'uso (C_U)	V_N	V_R
II	1	50 anni	50

STENDIMENTO L 1

Valori interpolati						
STATI LIMITE		P_{VR}	T_R	a_g	F_0	T_c^*
		[adm]	[anni]	[g]	[adm]	[s]
SLE	SLO	81%	30	0,025	2,505	0,195
	SLD	63%	50	0,032	2,533	0,213
SLU	SLV	10%	475	0,085	2,462	0,277
	SLC	5%	975	0,114	2,450	0,281



Coefficienti sismici suolo C

STATI LIMITE	S _s	C _c	S _t	T _B	kh	kv	A max
	[adm]	[adm]	[adm]	[s]	[s]	[s]	m/s ²
SLO	1,50	1,80	1,00	0,20	0,008	0,004	0,372
SLD	1,50	1,75	1,00	0,20	0,010	0,005	0,476
SLV	1,50	1,60	1,00	0,20	0,026	0,013	1,251
SLC	1,50	1,60	1,00	0,24	0,041	0,021	1,678

Coefficienti sismici suolo D

STATI LIMITE	S _s	C _c	S _t	T _B	kh	kv	A max
	[adm]	[adm]	[adm]	[s]	[s]	[s]	m/s ²
SLO	1,80	2,83	1,00	0,20	0,009	0,005	0,447
SLD	1,80	2,71	1,00	0,20	0,012	0,006	0,572
SLV	1,80	2,38	1,00	0,20	0,031	0,015	1,501
SLC	1,80	2,36	1,00	0,24	0,049	0,025	2,013

STENDIMENTO L 2

Valori interpolati						
STATI LIMITE		P _{VR}	T _R	α _g	F _o	T _c *
		[adm]	[anni]	[g]	[adm]	[s]
SLE	SLO	81%	30	0,026	2,503	0,195
	SLD	63%	50	0,033	2,532	0,215
SLU	SLV	10%	475	0,089	2,446	0,276
	SLC	5%	975	0,119	2,451	0,280



Coefficienti sismici suolo C

STATI LIMITE	S _s	C _c	S _t	T _B	kh	kv	A max
	[adm]	[adm]	[adm]	[s]	[s]	[s]	m/s ²
SLO	1,50	1,80	1,00	0,20	0,008	0,004	0,386
SLD	1,50	1,74	1,00	0,20	0,010	0,005	0,491
SLV	1,50	1,61	1,00	0,20	0,027	0,013	1,309
SLC	1,50	1,60	1,00	0,24	0,043	0,021	1,747

Coefficienti sismici suolo D

STATI LIMITE	S _s	C _c	S _t	T _B	kh	kv	A max
	[adm]	[adm]	[adm]	[s]	[s]	[s]	m/s ²
SLO	1,80	2,83	1,00	0,20	0,009	0,005	0,463
SLD	1,80	2,70	1,00	0,20	0,012	0,006	0,590
SLV	1,80	2,38	1,00	0,20	0,032	0,016	1,570
SLC	1,80	2,36	1,00	0,24	0,051	0,026	2,096

La Regione Lombardia, con D.G.R. n. X/2129 dell'11 luglio 2014, ha provveduto all'aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni della Lombardia. Tale provvedimento è stato emanato in attuazione della Legge 112/1998, della legge regionale 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d), del D.P.R. 380/2001 e di specifiche O.P.C.M., tra cui la n. 3274/2003, recepita dalla D.G.R. 7 novembre 2003, n.14964.

La nuova delibera, pubblicata sul B.U.R.L. n. 29, S.O., del 16/7/2014, entrerà in vigore il 10 aprile 2016. Pertanto, in considerazione del fatto che i valori di soglia regionali di riferimento sono quelli della DGR n. 7374/08, si consiglia, a seguito dell'entrata in vigore della nuova normativa, di verificare che i valori di Fa siano ancora inferiori agli eventuali nuovi valori di soglia della Regione aggiornati.

Voghera, novembre 2015


Dott. Geol. Luca Giorgi

