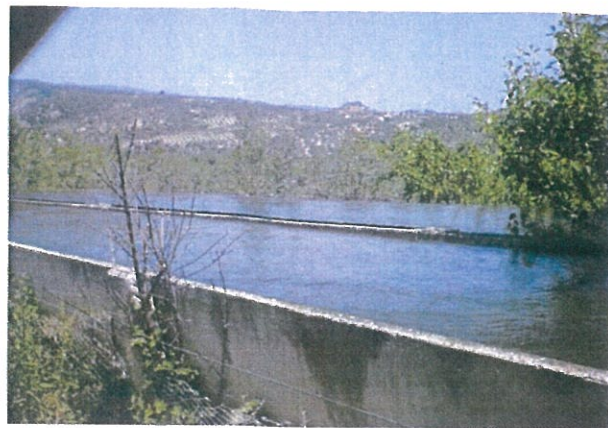




CONSORZIO DI BONIFICA IONIO CROTONESE

Via Sergio Ramelli 10- Tel. 0962-661801-02-03 - Fax 0962-21250 - 88900 Crotone

IMPIANTO IRRIGUO TACINA



Delibera CIPE del 18/11/2010 - Nuovo Piano Irriguo Nazionale relativo alle Regioni meridionali

LAVORI DI RICONVERSIONE DI UN TRATTO DI ADDUTTORE DA CANALE A CIELO APERTO A TUBATO

PROGETTO ESECUTIVO

REGIONE CALABRIA
Ufficio Tecnico Amministrativo
PAPERS N. CZ DATA

000018 13 AGO 11

IL SEGRETARIO

RELAZIONE CALCOLO PARATIA

			PRELIMINARE			DEFINITIVO			ESECUTIVO		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
			ALLEGATO N.						3.a		
A		Aggiornamento in seguito nota Provveditorato OOPP n. 0012462 del 12/05/2011	Posizione						21		
Agg			Consorzio								
	C.U.P.	H29E11000080001	Data :						14/07/2011		

Responsabile del Procedimento

Dott. Ing. Giuseppe Schipani

Progettista

Dott. Ing. Antonio Cortese

Collaboratori

Dott. Ing. Francesco Bevilacqua

Geom. Biagio Iannuzzi

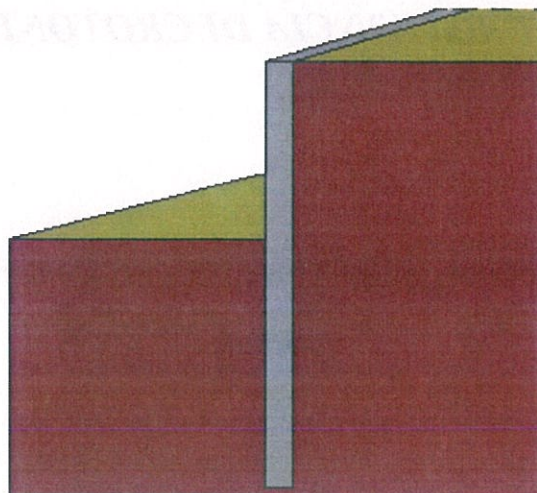
Geom. Maurizio Vittimberga

CONSORZIO DI BONIFICA IONIO CROTONESE
PROVINCIA DI CROTONE

Oggetto: “Lavori di riconversione tratto di adduttore da canale a cielo aperto, a
tubato”

Relazione di calcolo paratia

ANALISI DI PARATIE A SBALZO ED ANCORATE



METODO DI CALCOLO LEM

NORMATIVA DI RIFERIMENTO:

D.M. 14/01/2008:

- Norme tecniche per le costruzioni.

Circolare 617 del 02/02/2009:

- 'Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.'

CENNI TEORICI

CALCOLO DELLE SPINTE

Si fa ricorso al metodo dell'equilibrio limite globale utilizzando il procedimento di COULOMB con l'aggiunta delle forze d'inerzia $kh \cdot W$ (Mononobe e Okabe) in quanto oltre che il più utilizzato ed intuitivo è anche capace di tenere in conto tutte le variabili più significative del problema, nell'ipotesi che l'opera di sostegno può subire movimenti tali da produrre nel terreno retrostante un regime di spinta attiva.

L'azione sismica viene definita mediante un'accelerazione equivalente costante nello spazio e nel tempo, con componente orizzontale (a_h) ed eventualmente se presente anche la componente verticale (a_v).

I valori di a_h ed eventuale a_v vengono ricavati in funzione delle proprietà del moto sismico atteso nel volume di terreno significativo per l'opera e della capacità dell'opera di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

La spinta totale, in presenza di sisma, di progetto E_d esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno, vale:

$$E_d = 1/2 \gamma t (1 \pm k_v) H^2 K + S_{ws}$$

Dove:

H = spessore dello strato;

S_{ws} = spinta idrostatica;

γt = peso specifico del terreno;

K = coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico);

Per stati di spinta attiva

se $\beta \leq (\phi - \theta)$ si ha:

$$K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\phi - \theta - \delta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \sin(\psi + \beta)}} \right\}^2}$$

se $\beta > (\phi - \theta)$ si ha:

$$K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

Per stati di spinta passiva (resistenza a taglio nulla tra terreno e muro):

$$K_p = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi + \theta) \left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi) \sin(\phi + \beta - \theta)}{\sin(\psi + \beta) \sin(\psi + \theta)}} \right\}^2}$$

Con :

$$\tan \theta = (kh) / (1 \pm Kv)$$

e

$$ah = kh \cdot g = \alpha \cdot \beta s \cdot a_{\max} = S_s \cdot S_t \cdot a_{\max} \text{ da cui si ha: } kh = ah/g \text{ ed eventualmente se presente } Kv = 0.5Kh$$

Dove per i vari parametri si ha che:

ϕ = angolo attrito del terreno;

ψ = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete dell'opera di sostegno;

β = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno;

δ = angolo di resistenza a taglio tra terreno e muro;

θ = angolo definito dalle espressioni precedenti;

ah = componente orizzontale dell'accelerazione equivalente;

av = componente verticale dell'accelerazione equivalente;

kh = coefficiente sismico orizzontale;

k_v = coefficiente sismico verticale;

g = accelerazione di gravità;

α = coefficiente di deformabilità (Figura 7.11.2 par. 7.11.6.3.2 del DM 14/01/08);

βs = coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 par. 7.11.6.3.2 del DM 14/01/08);

S_s = Fattore di suolo funzione della categoria del suolo e di amplificazione stratigrafica ;

S_t = Fattore di amplificazione topografica ;

$a_{\max}$ = accelerazione orizzontale massima attesa sul sito di riferimento rigido;

La spinta agente sull'opera di sostegno viene scomposta in una componente statica (S_{sa}) ed una dinamica (S_{dae}).

La componente statica, si ottiene ponendo $\theta = 0$, nell'espressione del coefficiente di spinta e sarà applicata ad $H/3$. La componente dinamica $D_s = S_{dae} - S_{sa}$, sarà applicata ad $H/2$.

Entrambe le componenti saranno scomposte in una orizzontale ed in una verticale;

La forza d'inerzia $kh \cdot W$, con W peso dell'opera di sostegno sarà applicata ad $H/2$.

SPINTA IN PRESENZA DI FALDA

L'acqua supposta in quiete e con superficie distante H_w dalla base dell'opera, genera delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla generica profondità z , valgono:

$$P_w(z) = \gamma_w \cdot z \quad \text{per} \quad z = H_w, P_w(H_w) = \gamma_w \cdot H_w$$

Pertanto la spinta vale: $S_{ws} = 1/2 \gamma_w \cdot H_w^2$

La spinta del terreno immerso si modifica sostituendo γ_t con γ'_t , peso specifico del materiale immerso in acqua:

$$\gamma_t = \gamma_{\text{saturo}} - \gamma_w$$

DATI SISMICI

Zona Sismica	: 2
Categoria topografica	: T1
Categoria di suolo	: C
Vita nominale [anni]	: 50
Tipo di opera	: Opere ordinarie
Classe d'uso	: II
S_s	: 1.44
S_t	: 1.00
Accel. orizz. max attesa al sito ($a_{\max}$) = $S_s \cdot S_t \cdot A_g$	: 0.265
Aliquota di accelerazione sismica	: 0.265
Coeff. deformabilità	: 0.890

Coeff. di spostamento : 0.559
Spostamento max ammesso [m] : 0.030

COORDINATE DEL SITO (Datum ED50): LONGITUDINE: 16.9898° - LATITUDINE: 39.0089°			
Identificativi e coordinate (Datum ED50) dei punti che includono il sito			
Numero punto	Longitudine [°]	Latitudine [°]	
41013	16.9617	39.0302	
41014	17.0233	38.9782	
41235	16.9591	38.9802	
41236	17.0259	39.0281	
Dati SLV			
Tempo di ritorno	Accelerazione sismica Ag	Coefficiente Fo	Periodo TC*
475	0.184	2.379	0.363

DATI TOPOGRAFICI -

Altezza terrapieno = 300 cm
Inclinazione p.c. a monte = 5.00 °
Inclinazione p.c. a valle = -5.00 °

FATTORI DI SICUREZZA RIDUTTIVI ADOTTATI

Quoziente riduttivo Resistenza passiva = 1.40
Quoziente riduttivo tan(Ang. Attr) = 1.00
Quoziente riduttivo coesione = 1.00

Dati Tipologia II

Disposizione: Pali su una fila
Diametro = 80 cm
Copriferro = 4.00 cm
Interasse longitudinale = 100 cm
Lunghezza palificata = 900.00 cm

Trave di coronamento

Base trave = 100 cm
Altezza trave = 150 cm
Copriferro trave = 4.00 cm

MATERIALI

CALCESTRUZZO

Nome	Classe	Rek [daN/cm²]	v	ps [daN/m²]	αt [1/°C]	Ec [daN/cm²]	γm,c	Ect/Ec	fck [daN/cm²]	fed SLU [daN/cm²]	fetd SLU [daN/cm²]	fctk,0.05 [daN/cm²]	fctm [daN/cm²]	εc2 [‰]	εcu2 [‰]
CLS300	C25/30	300	0.15	2500.00	1.0E-005	304407.66	1.60	0.50	249.00	155.63	11.40	18.25	25.65	2.00	3.50

ACCIAIO ARMATURE

Nome	Tipo	γm	γE	Es [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	ftk [daN/cm²]	fd SLU [daN/cm²]	k	εud [‰]
FeB44K	B450C	1.15	-	2100000.00	4300.00	5400.00	3739.13	1.00	10.00

DATI GEOTECNICI STRATIGRAFIA

	H (cm)	c (daN/m²)	cu (daN/m²)	φ (°)	γt (daN/m³)	δm (°)	δv (°)
Strato 1	400	0	0	30	2000	15	15
Strato 2	4000	3300	0	23	2000	11	11

Combinazioni e coefficienti parziali nella verifica della paratia

La verifica della struttura di sostegno viene effettuata sulla base delle combinazioni seguenti.

COMBINAZIONI DI CALCOLO

Combinazione n.1 - A1 + M1 + R1

Combinazione n.2 - A2 + M2 + R1

Combinazione n.3 - EQU + M2 + R1

Combinazione n.4 - A1* + M1 + R1 ± Sisma

Combinazione n.5 - A2* + M2 + R1 ± Sisma

Combinazione n.6 - EQU* + M2 + R1 ± Sisma

COMBINAZIONE DI CALCOLO - Verifica a stabilità globale

Combinazione Stab. Glob - A2 + M2 + R2

I coefficienti parziali adottati in ogni combinazione elaborata per la verifica della paratia, vengono definite nelle seguenti tabelle dei coefficienti

Coefficienti per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto	Coeff. Parz.	A1 (STR)	A2 (GEO)	EQU	A1*	A2*	EQU*
Permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0
	Sfavorevoli		1.3	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0
Permanenti non. Strutt.	Favorevoli	γ_{G2}	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0
	Sfavorevoli		1.5	1.3	1.5	1.0	1.0	1.0
Variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0
	Sfavorevoli		1.5	1.3	1.5	1.0	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza a cui applicare i coeff. parz.	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\tan\phi$	1.00	1.25
Coesione	C	1.00	1.25
Coesione non drenata	C_u	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	γ	1.00	1.00

Coefficienti parziali resistenze

Coefficiente Parziale	Ri
R1(Resistenza del terreno a valle)	1.00
R2 (Coeff. stabilita' globale)	1.10

SOVRACCARICHI

CARICO UNIFORME a Monte

Variabile

Q_{vm}

$$= 2000 \text{ daN/m}^2$$

RISULTATI DI CALCOLO - Combinazione A1 + M1 + R1

COEFFICIENTI DI SPINTA

Ka : coefficiente di spinta attiva statica;
 Kas : coefficiente di spinta attiva dinamica;
 Kp : coefficiente di spinta passiva;

	Ka	Kas	Kp
Strato 1	0.32	0.32	2.58
Strato 2	0.43	0.43	1.99

Altezza terrapieno = 300 cm
 Profondità di infissione = 350 cm
 Profondità di infissione aument. del 20% = 420 cm

ANDAMENTO DELLE PRESSIONI E DELLE SOLLECITAZIONI

Sez (cm)	p (daN/cm ²)	N (daN)	T (daN)	M (daNm)
10	0.10	130	4	0
30	0.12	394	52	-25
60	0.14	810	197	-132
90	0.17	1245	414	-327
120	0.19	1699	704	-666
150	0.22	2173	1065	-1127
180	0.24	2667	1500	-1785
210	0.26	3179	2006	-2601
240	0.29	3712	2585	-3666
270	0.31	4263	3236	-4878
300	0.34	4834	3960	-6361
330	0.21	5443	4517	-8145
360	0.08	6052	4722	-10069
390	-0.05	6681	4669	-11663
420	-1.25	7119	2356	-13118
450	-1.33	7505	-1169	-14186
480	-1.42	7941	-4403	-14940
510	-1.51	8395	-7795	-14197
540	-1.59	8869	-11346	-12603
570	-1.68	9362	-15054	-10178
600	-1.77	9874	-18921	-6774
630	-1.86	10405	-22946	-2413
650	-1.91	10770	-25717	1075

RISULTATI DI CALCOLO - Combinazione A2 + M2 + R1

COEFFICIENTI DI SPINTA

Ka : coefficiente di spinta attiva statica;
 Kas : coefficiente di spinta attiva dinamica;
 Kp : coefficiente di spinta passiva;

	Ka	Kas	Kp
Strato 1	0.39	0.39	2.13
Strato 2	0.50	0.50	1.72

Altezza terrapieno = 300 cm
 Profondità di infissione = 400 cm
 Profondità di infissione aument. del 20% = 480 cm

ANDAMENTO DELLE PRESSIONI E DELLE SOLLECITAZIONI

Sez (cm)	p (daN/cm ²)	N (daN)	T (daN)	M (daNm)
10	0.11	129	4	0
40	0.13	529	87	-60
80	0.16	1092	315	-270
120	0.19	1688	663	-682
160	0.22	2317	1133	-1344
200	0.25	2978	1725	-2302
240	0.28	3672	2437	-3619
280	0.31	4398	3271	-5328
320	0.26	5172	4150	-7475
360	0.12	5963	4559	-9978
400	0.15	6786	4602	-12230
440	-0.97	7268	967	-14198
480	-1.07	7849	-2318	-15471
520	-1.17	8462	-5837	-15749
560	-1.27	9105	-9590	-14283
600	-1.37	9779	-13578	-11800
640	-1.46	10483	-17799	-7740
680	-1.56	11218	-22255	-2220
700	-1.61	11597	-24570	887

RISULTATI DI CALCOLO - Combinazione EQU + M2 + R1

COEFFICIENTI DI SPINTA

Ka : coefficiente di spinta attiva statica;
 Kas : coefficiente di spinta attiva dinamica;
 Kp : coefficiente di spinta passiva;

	Ka	Kas	Kp
Strato 1	0.39	0.39	2.13
Strato 2	0.50	0.50	1.72

Altezza terrapieno = 300 cm

Profondità di infissione = 440 cm

Profondità di infissione aument. del 20% = 528 cm

ANDAMENTO DELLE PRESSIONI E DELLE SOLLECITAZIONI

Sez (cm)	p (daN/cm ²)	N (daN)	T (daN)	M (daNm)
10	0.13	130	4	0
40	0.15	531	96	-62
80	0.18	1101	346	-308
120	0.22	1707	730	-755
160	0.25	2348	1247	-1500
200	0.28	3025	1897	-2609
240	0.32	3737	2681	-4092
280	0.35	4486	3598	-5980
320	0.30	5285	4573	-8431
360	0.16	6105	5089	-11252
400	0.20	6961	5252	-13717
440	-0.91	7476	1807	-16110
480	-1.00	8094	-1291	-17868
520	-1.10	8746	-4606	-18788
560	-1.19	9432	-8140	-18090
600	-1.29	10151	-11893	-16382
640	-1.38	10904	-15863	-13345
680	-1.47	11691	-20052	-8788
720	-1.57	12512	-24459	-2713
740	-1.61	12935	-26745	275

RISULTATI DI CALCOLO - Combinazione A1* + M1 + R1 ± Sisma

COEFFICIENTI DI SPINTA

Ka : coefficiente di spinta attiva statica;
 Kas : coefficiente di spinta attiva dinamica;
 Kp : coefficiente di spinta passiva;

	Ka	Kas	Kp
Strato 1	0.32	0.45	2.58
Strato 2	0.43	0.60	1.99

Altezza terrapieno = 300 cm
 Profondità di infissione = 460 cm
 Profondità di infissione aument. del 20% = 552 cm

ANDAMENTO DELLE PRESSIONI E DELLE SOLLECITAZIONI

Sez (cm)	p (daN/cm ²)	N (daN)	T (daN)	M (daNm)
10	0.07	129	22	-2
40	0.10	524	145	-84
80	0.13	1076	406	-370
120	0.17	1655	764	-911
160	0.20	2261	1204	-1676
200	0.24	2893	1686	-2709
240	0.27	3551	2268	-4178
280	0.31	4236	2948	-6078
320	0.25	4966	3966	-8747
360	0.11	5704	4241	-11897
400	0.18	6468	4120	-14739
440	-1.24	6917	-24	-16992
480	-1.33	7419	-3930	-18699
520	-1.42	7924	-8191	-19642
560	-1.51	8460	-12659	-19380
600	-1.60	9021	-17356	-17774
640	-1.69	9609	-22284	-14751
680	-1.78	10223	-27441	-10416
720	-1.87	10863	-32830	-4970
760	-1.96	11530	-38447	1471

RISULTATI DI CALCOLO - Combinazione A2* + M2 + R1 ± Sisma

COEFFICIENTI DI SPINTA

Ka : coefficiente di spinta attiva statica;
 Kas : coefficiente di spinta attiva dinamica;
 Kp : coefficiente di spinta passiva;

	Ka	Kas	Kp
Strato 1	0.39	0.54	2.13
Strato 2	0.50	0.69	1.72

Altezza terrapieno = 300 cm
 Profondità di infissione = 870 cm
 Profondità di infissione aument. del 20% = 1044 cm

ANDAMENTO DELLE PRESSIONI E DELLE SOLLECITAZIONI

Sez (cm)	p (daN/cm ²)	N (daN)	T (daN)	M (daNm)
10	0.09	129	23	-2
60	0.14	807	298	-219
120	0.20	1688	886	-1042
180	0.27	2644	1693	-2551
240	0.33	3672	2716	-4967
300	0.39	4773	4013	-8836
360	0.23	5963	5369	-14299
420	-0.73	7016	4321	-20336
480	-0.82	7849	214	-26456
540	-0.91	8779	-3882	-31600
600	-1.00	9779	-8295	-35903
660	-1.09	10847	-13023	-39181
720	-1.18	11984	-18069	-41474
780	-1.27	13191	-23430	-42762
840	-1.36	14466	-29109	-42737
900	-1.45	15811	-35102	-40642
960	-1.54	17225	-41412	-37279
1020	-1.63	18708	-48040	-32206
1080	-1.72	20260	-54982	-25543
1140	-1.80	21881	-62242	-17079
1170	-1.85	22718	-65990	15936

RISULTATI DI CALCOLO - Combinazione EQU* + M2 + R1 ± Sisma

COEFFICIENTI DI SPINTA

Ka : coefficiente di spinta attiva statica;
 Kas : coefficiente di spinta attiva dinamica;
 Kp : coefficiente di spinta passiva;

	Ka	Kas	Kp
Strato 1	0.39	0.54	2.13
Strato 2	0.50	0.69	1.72

Altezza terrapieno = 300 cm
 Profondità di infissione = 870 cm
 Profondità di infissione aument. del 20% = 1044 cm

ANDAMENTO DELLE PRESSIONI E DELLE SOLLECITAZIONI

Sez (cm)	p (daN/cm ²)	N (daN)	T (daN)	M (daNm)
10	0.09	129	23	-2
60	0.14	807	298	-219
120	0.20	1688	886	-1042
180	0.27	2644	1693	-2551
240	0.33	3672	2716	-4967
300	0.39	4773	4013	-8836
360	0.23	5963	5369	-14299
420	-0.73	7016	4321	-20336
480	-0.82	7849	214	-26456
540	-0.91	8779	-3882	-31600
600	-1.00	9779	-8295	-35903
660	-1.09	10847	-13023	-39181
720	-1.18	11984	-18069	-41474
780	-1.27	13191	-23430	-42762
840	-1.36	14466	-29109	-42737
900	-1.45	15811	-35102	-40642
960	-1.54	17225	-41412	-37279
1020	-1.63	18708	-48040	-32206
1080	-1.72	20260	-54982	-25543
1140	-1.80	21881	-62242	-17079
1170	-1.85	22718	-65990	15936

RISULTATI INFISSIONE

Profondità di infissione = 1000 cm
Profondità di infissione aument. del 20% = 1200 cm

RISULTATI VERIFICHE

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZ. PIU' SOLLECITATA

Ns = Sforzo normale sollecitante (positivo compressione);
Ms = Momento flettente sollecitante (negativo se tende le fibre a monte);
Nrd = Sforzo normale resistente di calcolo (positivo compressione);
Mrd = Momento flettente resistente di calcolo (negativo se tende le fibre a monte);
cs = coefficiente di sicurezza;

Sez. (cm)	Ns (daN)	Ms (daNm)	Nrd (daN)	Mrd (daNm)	cs
540	8189	-20009	8188	-61795	3.09

Si armerà con: 12 ϕ 24

VERIFICA A TAGLIO

Vsd = Sforzo di taglio sollecitante;
Vrd = Sforzo di taglio resistente;
 ϕ_{staffe} = diametro acciaio armature staffe;
passo = passo staffe;
cs = coefficiente di sicurezza;

Vsd (daN)	Vrd (daN)	ϕ (mm)	Passo (cm)	cs
4247	13853	10	29	3

VERIFICA TRAVE DI CORONAMENTO

VERIFICA A FLESSIONE

Msd = Momento flettente sollecitante (positivo se tende le fibre inferiori);
Mrd = Momento flettente resistente (positivo se tende le fibre inferiori);
cs = coefficiente di sicurezza;

Msd (daNm)	Mrd (daNm)	cs
83920	11929403	142

Si armerà con: 9 ϕ 20(Armatura inferiore) e 9 ϕ 20(Armatura superiore)

VERIFICA A TAGLIO

Vsd = Sforzo di taglio di calcolo;
 ϕ_{staffe} = diametro acciaio armature staffe;
passo = passo staffe;
cs = coefficiente di sicurezza;

Vsd (daN)	Vrd (daN)	ϕ (mm)	Passo (cm)	cs
3128	26613	10	29	8.51

VERIFICA A STABILITA' GLOBALE

La verifica alla stabilità globale, determina il grado di sicurezza del complesso Paratia-terrapieno nei confronti di possibili scorrimenti lungopotenziali superfici di rottura passanti al di sotto della sua estremità inferiore.

La stessa, consiste nel ricercare tra le potenziali superfici di rottura quella che presenta il fattore di sicurezza minimo e confrontarlo con quello imposto dalla normativa.

Per determinare il fattore di sicurezza viene utilizzato il metodo delle strisce secondo questo metodo si ipotizza che le forze agenti sulle facce laterali di ogni striscia abbiano risultante nulla secondo la direzione della normale all'arco che delimita inferiormente la striscia.

Dall'equilibrio dei momenti rispetto al baricentro della superficie di rottura e dall'equilibrio delle forze secondo la direzione normale all'arco si ottiene:

$$F_s = \frac{\Sigma(c \cdot l) + \Sigma((W + Q + F) \cdot (1 \pm K_{vs}) \cdot \cos\alpha \pm K_{hs} \cdot (W + Q + F) \cdot \sin\alpha + F_o \cdot \sin\alpha - l \cdot u) \cdot \tan\phi}{\Sigma((W + Q + F) \cdot (1 \pm K_{vs}) \cdot \sin\alpha \pm K_{hs} \cdot (W + Q + F) \cdot \cos\alpha) - \Sigma(F_o \cdot \cos\alpha - l \cdot u)}$$

Dove:

- W = Peso del concio;
- Q = Carico distribuito in direzione verticale;
- F = Carico concentrato in direzione verticale;
- Kh = Coefficiente sismico orizzontale;
- l = Lunghezza base del concio;
- α = Angolo fra la base del concio e l'orizzontale;
- c = Coesione;
- ϕ = Angolo di resistenza al taglio;
- R0 = Raggio superficie di scorrimento;
- u = Pressione neutra;
- Fo = Carico orizzontale indotto dall'ancoraggio;
- et = Eccentricità forza di ancoraggio rispetto al centro della superficie di scorrimento;
- es = Eccentricità delle forze sismiche rispetto al centro della superficie di scorrimento.

RISULTATI DI CALCOLO

Ascissa critica = 4591 cm
Ordinata critica = 3879 cm
Raggio critico = 3416 cm
Coeff. sic. min. = 2.13

B = Larghezza del concio

α = Angolo fra la base del concio e l'orizzontale;

Li = Lunghezza base del concio;

W = Peso del concio;

U = Pressione neutra;

N = Azione normale alla base del concio

T = Azione tangenziale alla base del concio

Concio	B (cm)	α (°)	Li (cm)	W (daN/m)	U (daN/m)	N (daN/m)	T (daN/m)
1	552.84	-40.66	728.36	31720.30	0.00	25608.62	-18865.73
2	552.84	-29.21	633.23	79385.98	0.00	72180.38	-33568.20
3	552.84	-18.98	584.55	111906.57	0.00	108533.60	-28504.15
4	552.84	-9.36	560.28	132609.25	0.00	132446.67	-11828.48
5	552.84	0.00	552.84	142937.99	0.00	142938.34	10601.17
6	233.70	6.62	235.26	60970.04	0.00	60043.48	11514.92
7	871.98	16.24	908.15	291580.84	0.00	273923.89	102240.78
8	552.84	29.21	633.20	159031.13	0.00	133095.15	87839.77
9	552.84	40.66	728.31	122068.71	0.00	86762.83	86342.46
10	552.84	54.86	959.25	61206.10	0.00	31563.23	52636.24