

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

Lotto 2: Taormina (e) – Giampileri (e)

VI09 – Viadotto Itala-Scaletta

Relazione di calcolo opere provvisionali

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RS2S 02 D 09 CL VI0903 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	A. Ingletti 	Gennaio 2018	L. Utzeri 	Gennaio 2018	P. Carlesimo 	Gennaio 2018	A. Mitozzi Gennaio 2018 N. 1207/83	Gennaio 2018

U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti
ITALFERR S.p.A.
A. Mitozzi
Gennaio 2018
N. 1207/83
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

INDICE

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
2.1	NORMATIVE E STANDARD DI RIFERIMENTO	4
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	5
3.1	ACCIAIO	5
3.1.1	Acciaio per armatura strutture in c.a.....	5
3.1.2	Profilati e piastre metalliche.....	5
3.2	CALCESTRUZZO.....	5
3.2.1	Calcestruzzo magro per getti di livellamento.....	5
3.2.2	Calcestruzzo pali, diaframmi di fondazione, cordoli opere provvisionali.....	5
4	DESCRIZIONE DELL'OPERA	7
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	7
5.1	TERRENO.....	7
5.2	JET GROUTING	9
6	ANALISI DELL'INTERAZIONE PARATIA-TERRENO	9
7	CRITERI DI VERIFICA	10
8	ANALISI DELLE OPERE PROVVISORIALI	13
8.1	DESCRIZIONE DELLA SEZIONE DI CALCOLO.....	13
8.2	SCHEMA E FASI DI CALCOLO	14
9	RISULTATI E VERIFICHE PARATIA	18
9.1	SEZIONE SPA.....	18
9.1.1	RISULTATI (combinazione nominal):.....	18
9.1.2	RISULTATI e VERIFICHE SLU STR PARATIA DI PALI (combinazione A1+M1+R1):.....	19

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI
VI09 – Viadotto Itala-Scaletta - Relazione di calcolo
opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02 D 09	CL	VI0903 001	A	3 di 27

9.1.3	VERIFICA SLU GEO PARATIA DI PALI (combinazione A2+M2+RI).....	24
9.1.4	VERIFICA SLU UPL.....	25
9.1.5	INCIDENZA PALI.....	27

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO LOTTO 2: Taormina - Giampileri					
	U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI VI09 – Viadotto Itala-Scaletta - Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS2S	LOTTO 02 D 09	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0903 001	REV. A

1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo delle opere provvisionali si riferisce alla progettazione definitiva del Lotto 2 della Linea Ferroviaria Messina-Catania-Palermo nella tratta Fiumefreddo-Giampileri, avente uno sviluppo complessivo di circa 42 km. La relazione è relativa al viadotto Italia, con una lunghezza complessiva di 42 m (VI09).

2 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 NORMATIVE E STANDARD DI RIFERIMENTO

Si riporta nel seguito l'elenco delle leggi e dei decreti di carattere generale, assunti come riferimento.

- Decreto Ministeriale del 14/01/2008: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 04/02/2008, Supplemento Ordinario n.30.
- Circolare 01/02/2009, n.617 – Istruzione per l'applicazione delle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 14/01/2008.
- DM 06/05/2008 – “Integrazione al DM 14/01/2008 di approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- RFI DTC SI MA IFS 001 A – “Manuale di progettazione delle opere civili”
- RFI DTC SI SP IFS 001 A – “Capitolato generale tecnico d'appalto delle opere civili”
- UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione Geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

2.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione si è fatto riferimento ai seguenti elaborati:

- RS2S02D78RHGE0005005B - Relazione geotecnica generale 5/6
- RS2S02D78F6GE0005005B - Profilo longitudinale geotecnico - Tav.5/6

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Il progetto prevede l'uso dei materiali con le caratteristiche meccaniche minime riportate nei paragrafi seguenti.

3.1 Acciaio

3.1.1 Acciaio per armatura strutture in c.a.

Barre ad aderenza migliorata, saldabile, tipo B450C dotato delle seguenti caratteristiche meccaniche:

- tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 540$ MPa
- tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 450$ MPa
- allungamento caratteristico: ≥ 7.5 %
- rapporto tensione di rottura/ tensione di snervamento: $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

3.1.2 Profilati e piastre metalliche

- Acciaio tipo: EN 10025-S275 JR
- Tensione di rottura a trazione: $f_{tk} \geq 430$ MPa
- Tensione di snervamento: $f_{yk} \geq 275$ MPa

3.2 Calcestruzzo

3.2.1 Calcestruzzo magro per getti di livellamento

- Classe di resistenza: C12/15
- classe di esposizione: X0

3.2.2 Calcestruzzo pali, diaframmi di fondazione, cordoli opere provvisionali

- Classe di resistenza: C25/30

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI
VI09 – Viadotto Itala-Scaletta - Relazione di calcolo
opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02 D 09	CL	VI0903 001	A	6 di 27

- classe di esposizione: XC2
- classe di consistenza: S4
- dimensione massima dell'inerte: $D_{\max} = 32 \text{ mm}$
- copriferro minimo: $c_{f,\min} \geq 60 \text{ mm}$

4 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione di calcolo tratta delle analisi delle sollecitazioni e delle verifiche di resistenza delle opere provvisionali previste per i lavori di realizzazione del viadotto. In tale viadotto è allocata la sezione SPA costituita da paratie di pali accostati. Tale sezione è stata considerata la più gravosa per questo motivo è oggetto di studio, in termini di verifiche geotecniche e strutturali, per tale relazione.

In Figura 1 è rappresentata la sezione SPA costituita da pali $\Phi 800$ di lunghezza $L=16$ m ad interasse $i=1$ m.

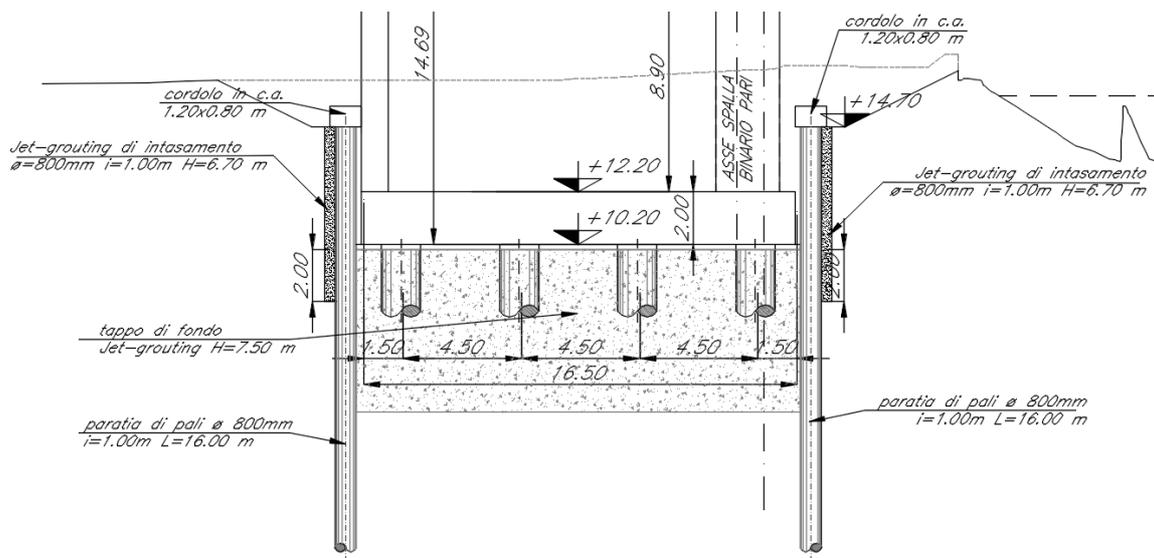


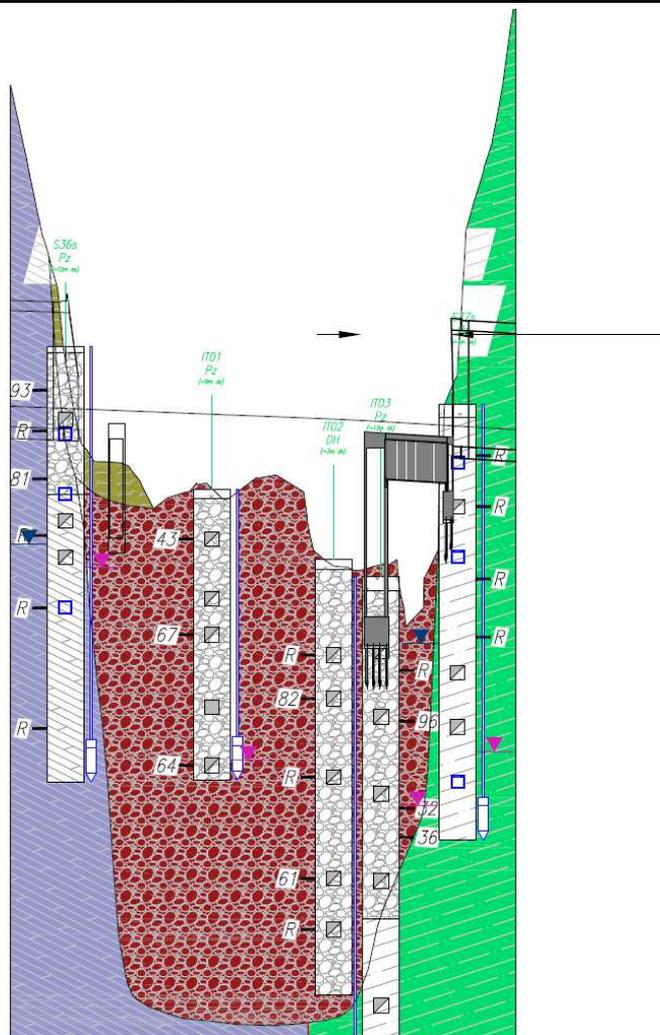
Figura 1

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

5.1 Terreno

Per quanto riguarda la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica di dettaglio dei terreni presenti in corrispondenza del viadotto si rimanda alla relazione geotecnica generale 5/6.

Dall'insieme dei dati forniti dalle indagini si evince che, per le profondità di interesse per le opere provvisionali, le paratie della spalla A interessano il deposito di alluvioni recenti bb (sabbie grossolane con matrice limosa), mentre le paratie dell'opera provvisoria della spalla B sono completamente in filladi.



Tipologia	γ_{nat}	c'	ϕ'	E	Rc	k
	kN/m ³	kPa	°	kPa	MPa	m/s
Unità b2 – sabbie fini limose	19÷20	0÷5	33÷35	45000-55000	-	10 ⁻⁵ ÷10 ⁻⁶
Unità bb – sabbie grossolane in matrice limosa con ghiaiei	19÷20	25	35÷38	35000-45000	-	10 ⁻⁵ ÷10 ⁻⁶
FDN- filladi a tessitura scistosa	20÷22	-	-	7000-8000	10-15	10 ⁻⁷ ÷10 ⁻⁸
VEP1- metareniti a struttura scistosa	27÷28	-	-	4000÷8000	7.5÷10.5	10 ⁻⁷

Tabella 1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO LOTTO 2: Taormina - Giampileri					
	U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI VI09 – Viadotto Itala-Scaletta - Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS2S	LOTTO 02 D 09	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0903 001	REV. A

Per quanto riguarda i parametri assegnati ai terreni nei calcoli, si è fatto riferimento ai valori medi di ciascun intervallo: ϕ' è stato assunto pari a 36.5° ed E' pari a 40 MPa.

Per quanto concerne la falda, nei calcoli il livello è stato assunto coincidente con la quota di testa paratia, definita in funzione della quota del livello idrico corrispondente alla portata di cantiere.

5.2 Jet grouting

Per il jet grouting sono state assunte le seguenti caratteristiche:

- $c' = 100$ kPa
- $\phi' = 36.5^\circ$
- $E = 200$ MPa (5 volte il terreno in posto)

6 ANALISI DELL'INTERAZIONE PARATIA-TERRENO

Al fine di rappresentare il comportamento delle paratie durante le varie fasi di lavoro (scavi e/o eventuale inserimento degli elementi di contrasto), è necessario l'impiego di un metodo di calcolo iterativo atto a simulare l'interazione in fase elasto-plastica terreno-paratia.

Allo scopo si impiega il codice di calcolo "PARATIE PLUS" Versione 17.0 della HarpaCeas s.r.l. di Milano.

Lo studio del comportamento di un elemento di paratia inserito nel terreno viene effettuato tenendo conto della deformabilità dell'elemento stesso, considerato in regime elastico, e soggetto alle azioni derivanti dalla spinta dei terreni, dalle eventuali differenze di pressione idrostatica, dalle spinte dovute ai sovraccarichi esterni e dalla presenza degli elementi di contrasto.

La paratia viene discretizzata con elementi finiti monodimensionali a due gradi di libertà per nodo (spostamento orizzontale e rotazione).

Il terreno viene schematizzato con delle molle secondo un modello elasto-plastico; esso reagisce elasticamente sino a valori limite dello spostamento, raggiunti i quali la reazione corrisponde, a seconda del segno dello spostamento, ai valori limite della pressione attiva o passiva.

Gli spostamenti vengono computati a partire dalla situazione di spinta "a riposo".

Con tale metodologia, si può quindi seguire analiticamente la successione delle fasi di costruzione, di carico e di contrasto, consentendo di ottenere informazioni attendibili sull'entità delle deformazioni e sugli effetti che esse inducono sul diagramma delle pressioni esercitate dal terreno sulla paratia.

Il metodo sopra esposto è sicuramente valido per il calcolo delle sollecitazioni all'interno della struttura che, come noto (cfr. [Becci & Nova, 1987], [Dhouib, 1995]), sono praticamente indipendenti dalla rigidità delle molle che simulano il terreno. Permangono le limitazioni intrinseche al metodo ed in particolare quella di non permettere la determinazione degli spostamenti del piano campagna.

7 CRITERI DI VERIFICA

Seguendo le prescrizioni contenute nelle Norme tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008) per il dimensionamento delle paratie, si è assicurato che sia verificata la condizione:

$$Ed \leq Rd$$

Per le paratie si devono considerare almeno i seguenti stati limite ultimi:

SLU di tipo geotecnico (GEO) e di tipo idraulico (UPL e HYD)

- collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera (atto di moto rigido);
- collasso per carico limite verticale;
- sfilamento di uno o più ancoraggi;
- instabilità del fondo scavo in terreni a grana fine in condizioni non drenate;
- instabilità del fondo scavo per sollevamento;
- sifonamento del fondo scavo;
- instabilità globale dell'insieme terreno-opera;

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi;
- raggiungimento della resistenza in uno o più puntoni o di sistemi di contrasto;
- raggiungimento della resistenza strutturale della paratia.

Le verifiche devono essere effettuate considerando le seguenti combinazioni di coefficienti:

- C1 : (A1+M1+R1)
- C2 : (A2+ M2+R1)

La circolare 02.02.2009 n.617 chiarisce:

- Verifiche STRU: C1

- Verifiche GEO: C2

tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I.

La verifica di stabilità globale dell'insieme terreno-opera deve essere effettuata secondo l'Approccio1:

- C2 : (A2+M2+R2)

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II e 6.8.I.

Le azioni di progetto Ed sono quindi state ottenute applicando i coefficienti A1 e A2 riportati in Tabella 6.2.I (NTC2008) alle azioni caratteristiche.

La resistenza di progetto Rd è stata ottenuta applicando i coefficienti parziali M1 e M2 di Tabella 6.2.II ai parametri del terreno, ed i coefficienti parziali γ_R riportati nella Tabella 6.5.I alle resistenze.

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_t	1,0	1,0

Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO LOTTO 2: Taormina - Giampileri					
	U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI VI09 – Viadotto Itala-Scaletta - Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS2S	LOTTO 02 D 09	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0903 001	REV. A

Tabella 6.8.1 – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

Per le verifiche delle membrature in acciaio si è fatto riferimento ai fattori parziali di Tabella 4.2.V.

Tabella 4.2.V Coefficienti di sicurezza per la resistenza delle membrature e la stabilità

Resistenza delle Sezioni di Classe 1-2-3-4	$\gamma_{M0} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature	$\gamma_{M1} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature di ponti stradali e ferroviari	$\gamma_{M1} = 1,10$
Resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	$\gamma_{M2} = 1,25$

Per acciaio da armatura o in trefoli si è adottato un coefficiente $\gamma_M = 1.15$.

Le verifiche sismiche sono state omesse poiché le opere oggetto di studio sono opere provvisorie con durata prevista inferiore a due anni.

8 ANALISI DELLE OPERE PROVVISORIALI

8.1 Descrizione della sezione di calcolo

Paratia di pali

$D_p = 800 \text{ mm}$ diametro di perforazione

$i = 1.0 \text{ m}$ interasse longitudinale tra i pali

$L = 16.0 \text{ m}$ lunghezza del palo

Armatura longitudinale B450C:

$\phi = 18 \text{ mm}$ diametro armatura longitudinale

$n = 20$ numero barre

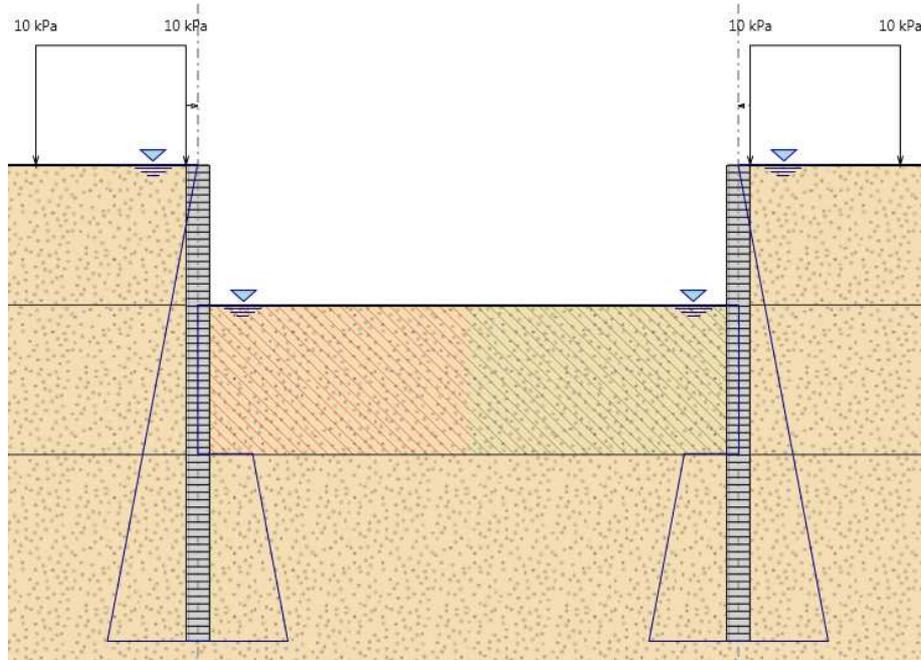
Armatura trasversale B450C:

$\phi = 10 \text{ mm}$ diametro armatura trasversale

$s = 0.25 \text{ m}$ passo equivalente elica

8.2 Schema e fasi di calcolo

GEOMETRIA SEZIONE SPA



Tipo paratia: **Paratia di pali destra e sinistra**

Altezza fuori terra	4.7	[m]
Profondità di infissione	11.3	[m]
Altezza totale della paratia	16	[m]
Numero di file di pali	1	[m]

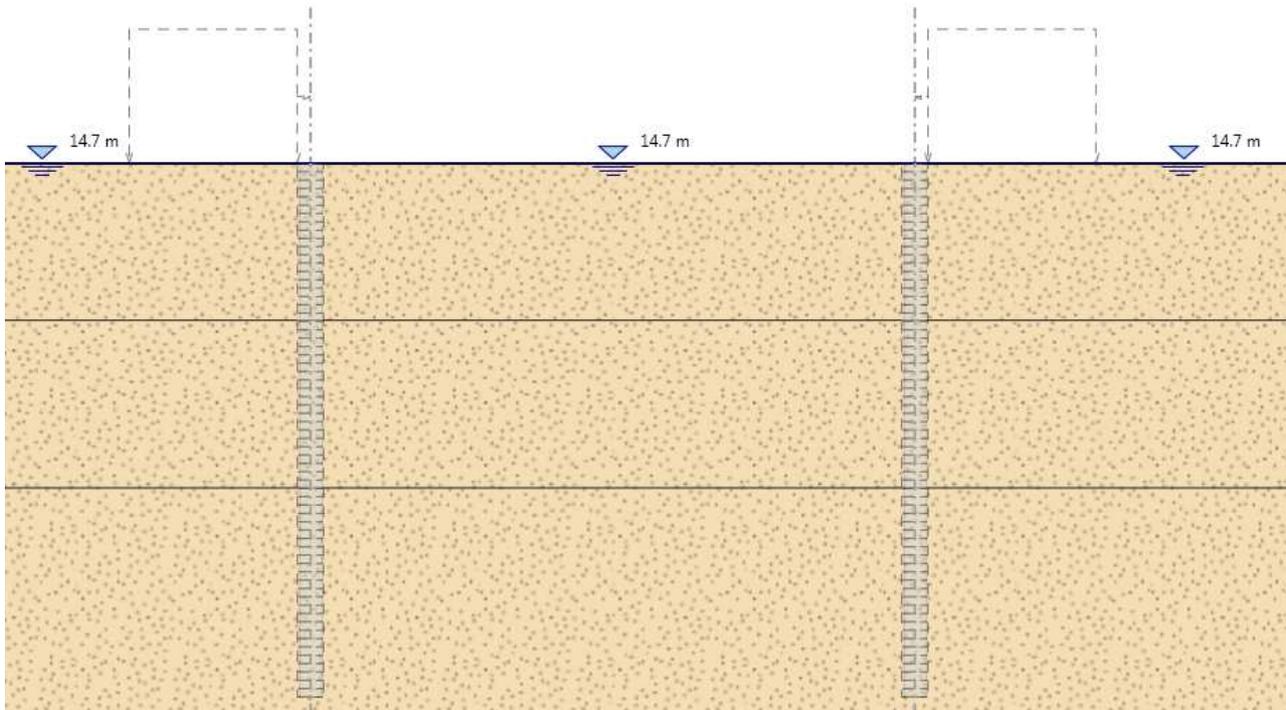
La massima altezza di scavo è di 4.7 m.

Nel calcolo si è tenuto conto del carico accidentale dovuto ai mezzi di cantiere $q_{acc} = 10.0 \text{ kN/m}^2$ uniformemente distribuito su un'area di impronta di 5.0 m posto in prossimità dell'estradosso della paratia.

Di seguito si riportano le fasi di calcolo che sono state analizzate in successione.

Fasi di calcolo

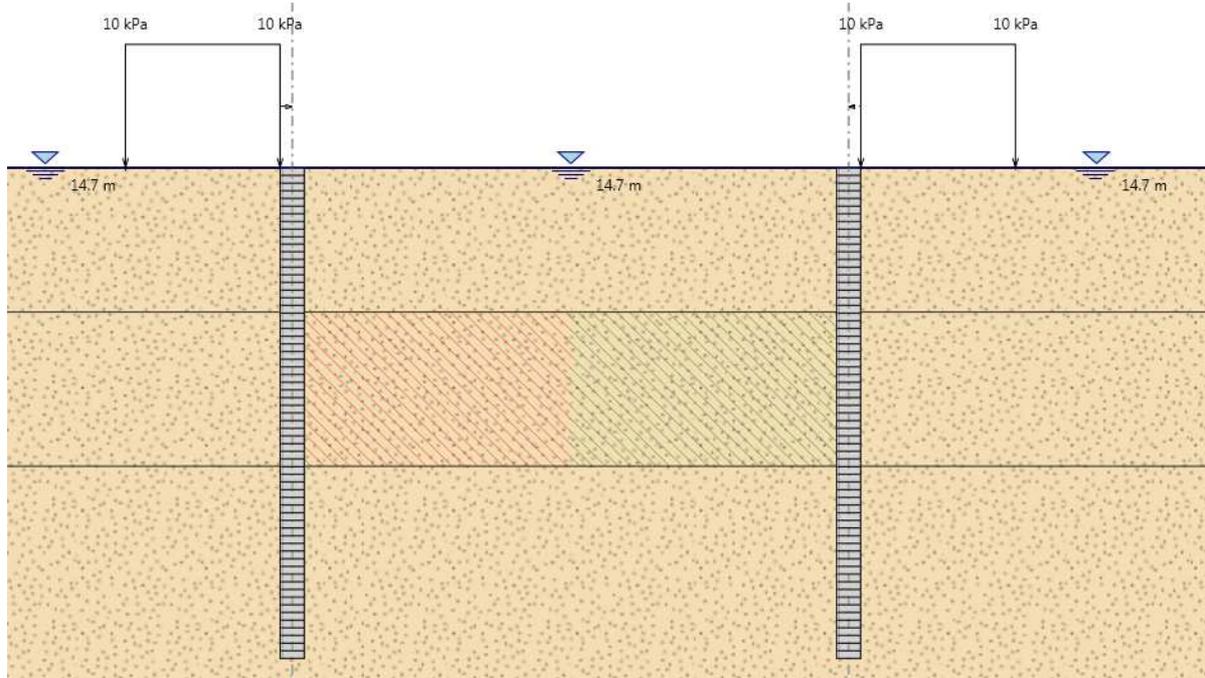
FASE 0



U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI
VI09 – Viadotto Itala-Scaletta - Relazione di calcolo
opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02 D 09	CL	VI0903 001	A	16 di 27

FASE 1



Nome:

Inerzia Equivalente: m⁴/m

Area Equivalente: m

Mat. omogeneizzazione:

Da utilizzare per

Muri

Solette (specificare il Dead Load kN/m)

Puntelli

Puntoni

Geometria e materiali

Custom

Materiale: Inerzia: m⁴/m Area: m²/m

Diaframma o Pali

Calcestruzzo

Materiale:

Spessore Ct: m

Diametro Cd: m

Passo Cs: m

Efficacia del calcestruzzo per il calcolo della rigidezza [0-1]:

Acciaio

Materiale:

Profilo:

Passo Ss: m

Anteprima

FASE 2

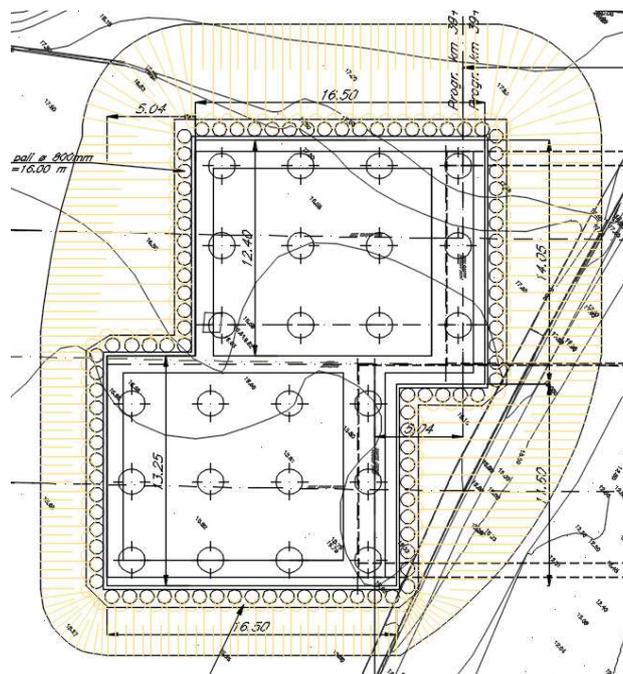
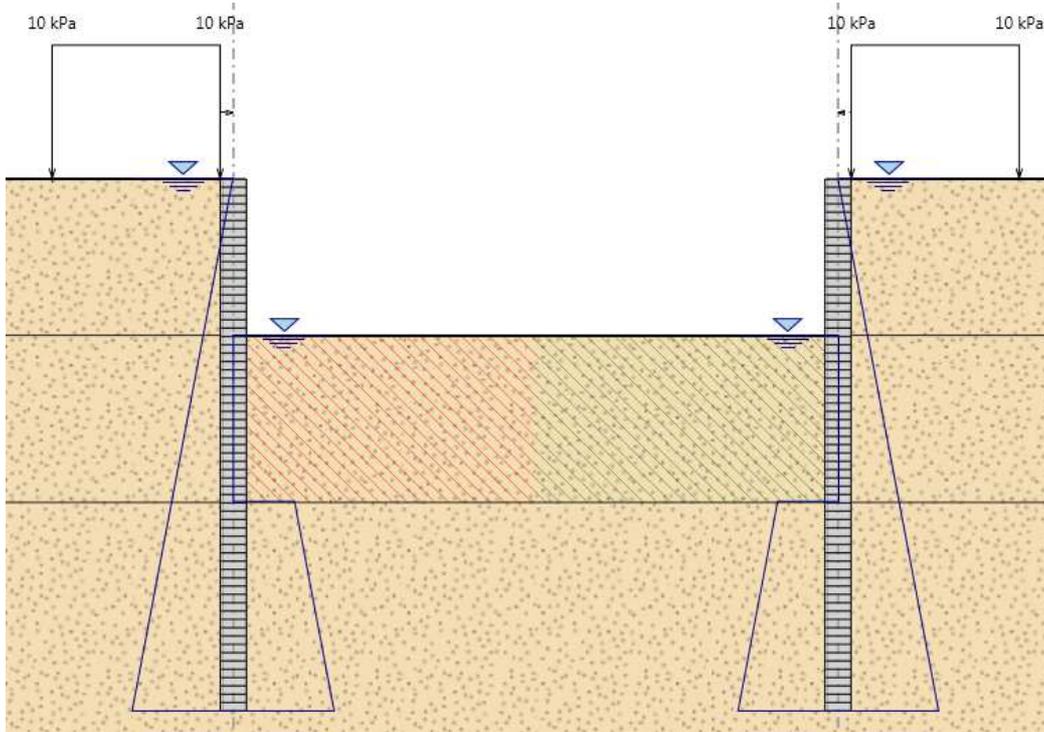


Figure 1

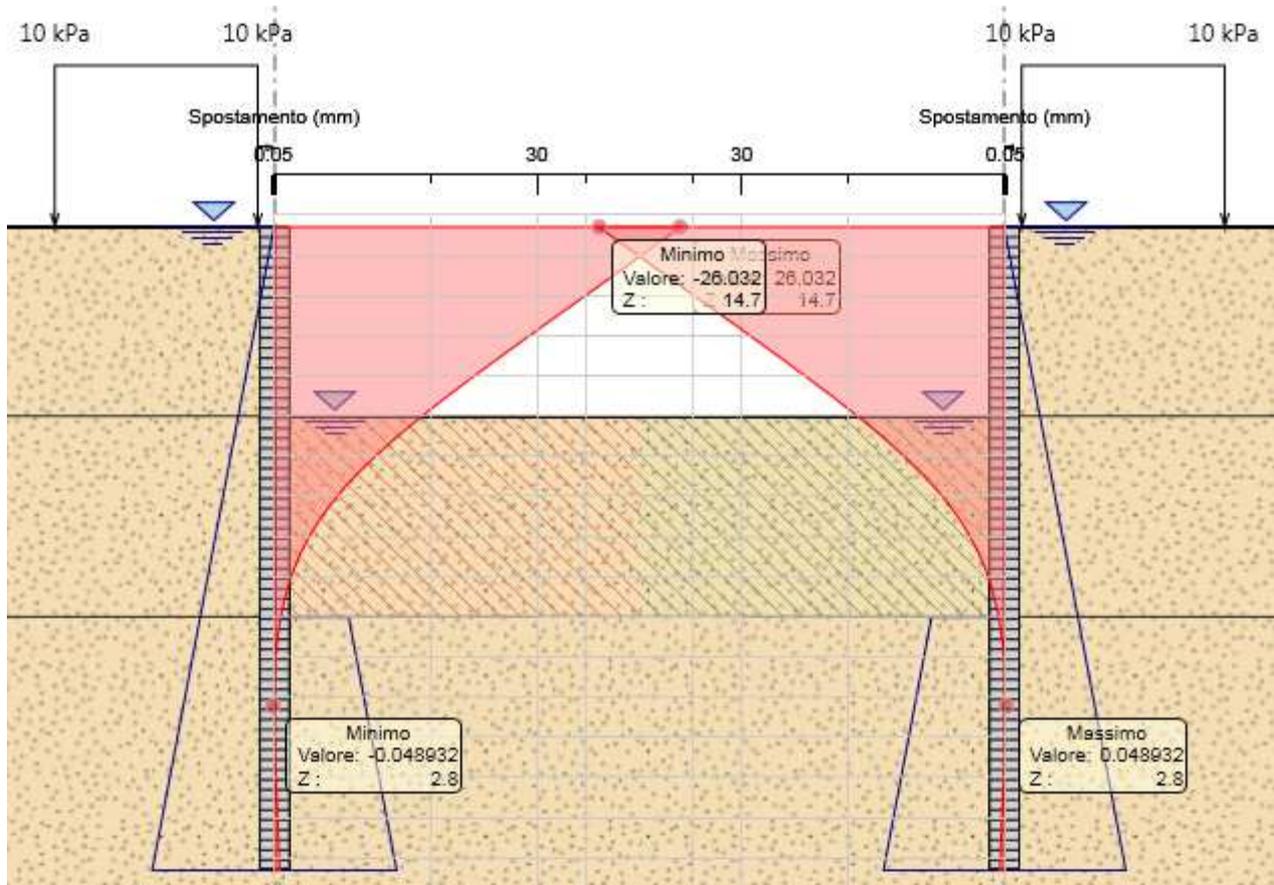
9 RISULTATI E VERIFICHE PARATIA

Nel seguito si espongono, in sintesi, i principali risultati di interesse progettuale.

9.1 SEZIONE SPA

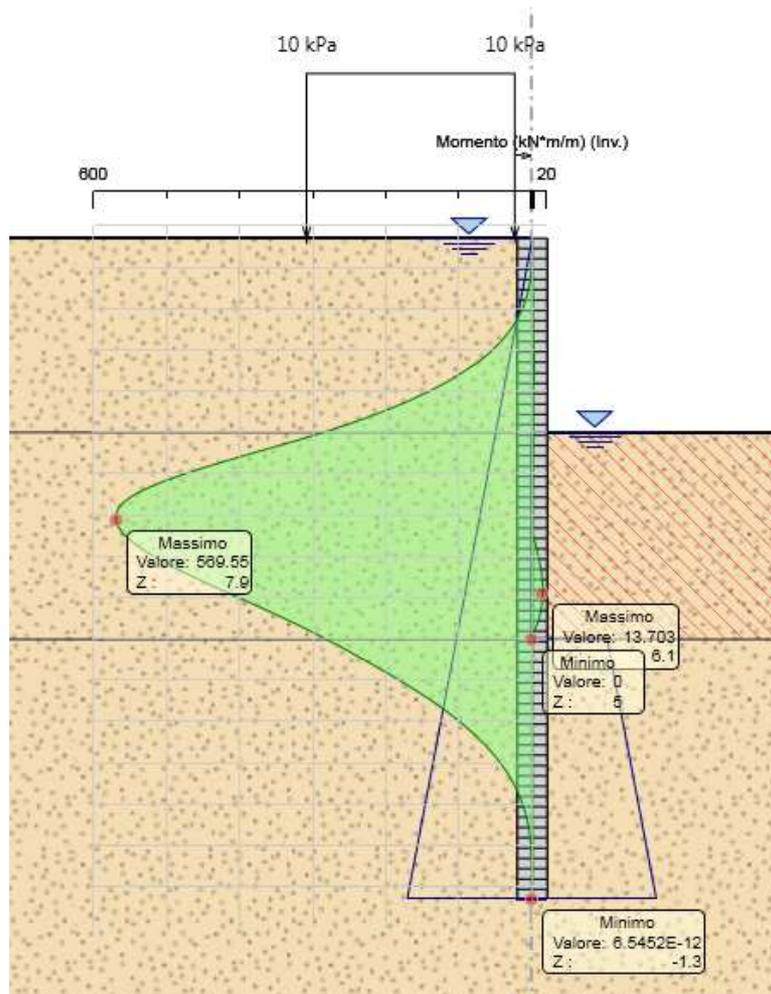
9.1.1 RISULTATI (combinazione nominal):

Dall'involuppo degli spostamenti in combinazione nominale si osserva che lo spostamento massimo orizzontale della paratia si ha alla testa del palo (quota 14.7 m slm) e risulta pari a 26.03 mm.



9.1.2 RISULTATI E VERIFICHE SLU STR PARATIA DI PALI (combinazione A1+M1+R1):

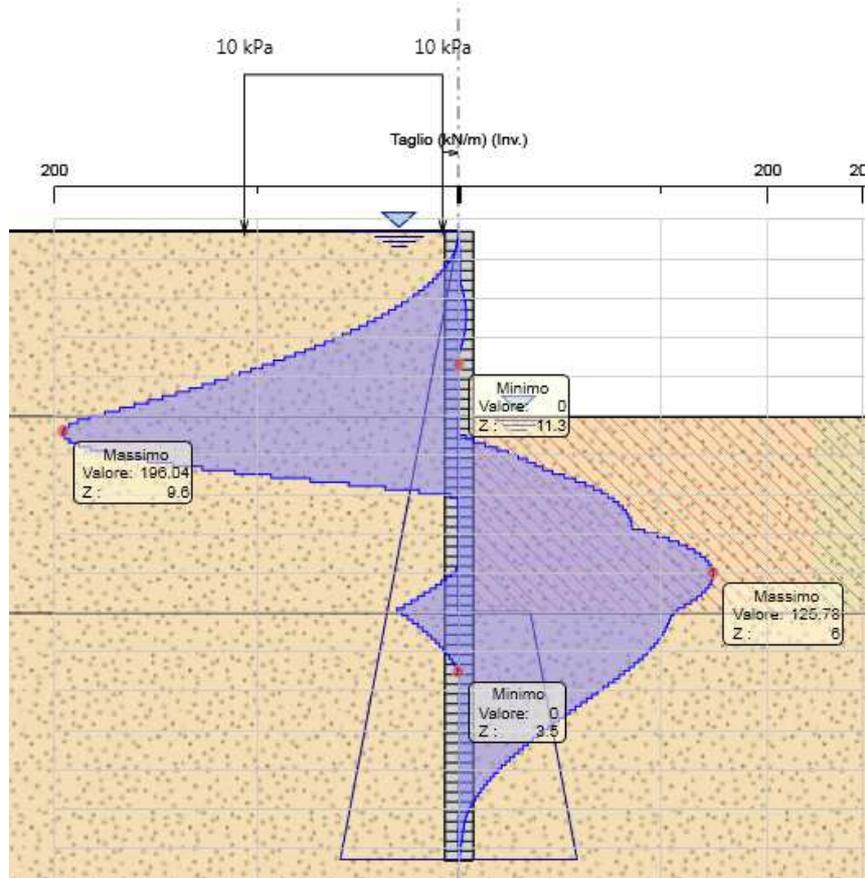
Dall'involuppo del momento flettente in combinazione A1+M1+R1 si osserva che il massimo valore sulla paratia si ha a 6.8 m dalla testa del palo (quota 7.9 m slm).



Dall'involuppo del taglio in combinazione A1+M1+R1 si osserva che il massimo valore sulla paratia si ha ad a 5.1 m dalla testa del palo (quota di 9.6 m slm).

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI
VI09 – Viadotto Itala-Scaletta - Relazione di calcolo
opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02 D 09	CL	VI0903 001	A	20 di 27

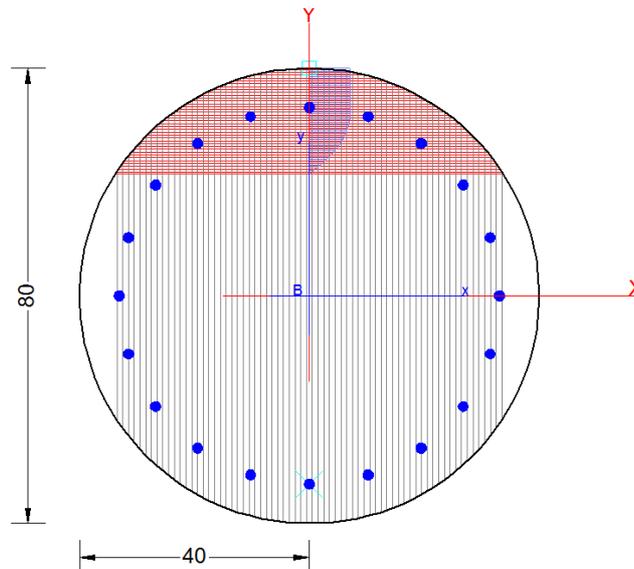


Nella seguente tabella si riassume l'armatura longitudinale e trasversale prevista.

Armatura longitudinale	Lunghezza gabbia [m]	Armatura prevista
Gabbia 1	9	20Φ18
Gabbia 2	9	20Φ18

Armatura trasversale	Passo [m]	Armatura prevista
Elica	0.25	64Φ10
Anello irrigidimento	2	8Φ24

Le verifiche sono state effettuate con il programma RC-Sec. Di seguito è riportato il Report delle verifiche a SLU.



REPORT RC-SEC

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Pali_d_08

(Percorso File: \\RM1-prod\PJ\10-12507\W\3\09-GETCLA\VI09\SPA\RC-Sec\Pali_d_08.sez)

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:	C25/30
Resis. compr. di calcolo fcd:	14.160 MPa
Resis. compr. ridotta fcd':	7.080 MPa
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa

ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 40.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	33.1	20	18

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm
Passo staffe: 25.0 cm

Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	569.00	0.00	196.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.6 cm
Copriferro netto minimo staffe: 5.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	569.00	0.00	0.00	589.62	0.00	1.036	33.1(7.5)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00295	0.0	40.0	0.00220	0.0	33.1	-0.01026	0.0	-33.1

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI
VI09 – Viadotto Itala-Scaletta - Relazione di calcolo
opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02 D 09	CL	VI0903 001	A	24 di 27

x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000188251	-0.004030030	0.254	0.758

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe: 25.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio di progetto [kN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]
 Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

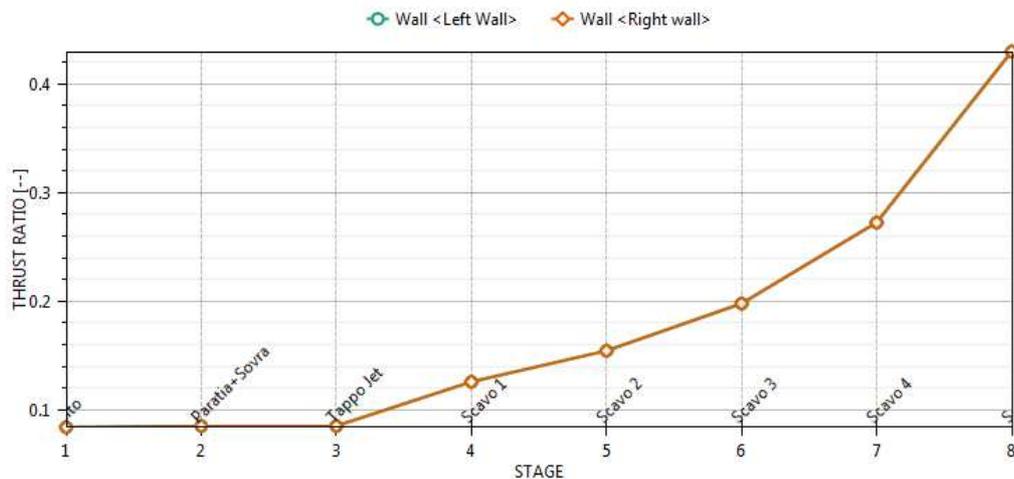
N°Comb	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
1	N	196.00	956.29	370.21	65.5	66.4	21.80°	1.000	3.4	6.4(0.0)

9.1.3 VERIFICA SLU GEO PARATIA DI PALI (combinazione A2+M2+RI)

Il massimo rapporto di mobilitazione della spinta passiva è circa il 43% sulla paratia.

Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva

D.A. <A2+M2+R1>



9.1.4 VERIFICA SLU UPL

Le opere geotecniche, come riportato al paragrafo 6.2.3.2 della NTC 2008, devono essere verificate nei confronti dei possibili stati limiti di sollevamento o di sifonamento.

Per la stabilità al sollevamento deve risultare che il valore di progetto dell'azione instabilizzante $V_{inst,d}$, combinazione di azioni permanenti ($G_{inst,d}$) e variabili ($Q_{inst,d}$), sia non maggiore della combinazione dei valori di progetto delle azioni stabilizzanti ($G_{stb,d}$) e delle resistenze (R_d):

$$V_{inst,d} \leq G_{stb,d} + R_d \quad (6.2.4)$$

$$\text{dove } V_{inst,d} = G_{inst,d} + Q_{inst,d} \quad (6.2.5)$$

Per le verifiche di stabilità al sollevamento, i relativi coefficienti parziali sulle azioni sono indicati nella Tab. 6.2.III. Tali coefficienti devono essere combinati in modo opportuno con quelli relativi ai parametri geotecnici (M2).

Tabella 6.2.III – Coefficienti parziali sulle azioni per le verifiche nei confronti di stati limite di sollevamento.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale γ_F (o γ_E)	SOLLEVAMENTO (UPL)
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9
	Sfavorevole		1,1
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0
	Sfavorevole		1,5
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0
	Sfavorevole		1,5

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Il controllo della stabilità al sifonamento si esegue verificando che il valore di progetto della pressione interstiziale instabilizzante ($u_{inst,d}$) risulti non superiore al valore di progetto della tensione totale stabilizzante ($\sigma_{stb,d}$), tenendo conto dei coefficienti parziali della Tab. 6.2.IV:

$$u_{inst,d} \leq \sigma_{stb,d} \quad (6.2.6)$$

In entrambe le verifiche, nella valutazione delle pressioni interstiziali, si devono assumere le condizioni più sfavorevoli, considerando i possibili effetti delle successioni stratigrafiche sul regime di pressione dell'acqua.

Nelle verifiche al sifonamento, in presenza di adeguate conoscenze sul regime delle pressioni interstiziali, i coefficienti di sicurezza minimi sono indicati nella Tab. 6.2.IV. Valori superiori possono essere assunti e giustificati tenendo presente della pericolosità del fenomeno in relazione alla natura del terreno nonché dei possibili effetti della condizione di collasso.

Nel caso in esame si è assunta una distribuzione idrostatica delle pressioni interstiziali a monte e a valle della paratia fino all'intradosso del tappo di fondo e pressioni interstiziali nulle all'interno del tappo stesso. Nella verifica a sollevamento del tappo si è tenuto conto dell'apporto di resistenza aggiuntivo dato dall'attrito tra paratia e jet grouting. Per la

valutazione delle tensioni normali che favoriscono l'attrito tra parete e terreno sono state considerate le pressioni efficaci a fine scavo a valle della paratia:

$$\sigma_{stb,d} = \gamma_{G1} * h_{rock} * \gamma_{rock} + R_{lat} = 94.5 + 14.79 = 109.30 \text{ kPa}$$

$$u_{inst,d} = \gamma_{G1} * u_{(fondo_{rock})} = 106.7 \text{ kPa}$$

Q _{falda}	14.70	m	Quota della falda
Q _{scavo}	10.00	m	Quota di fondo scavo (estradosso jet grouting)
Q _{piede paratia}	-1.30	m	Quota del piede della paratia
Y _{G1 sfavorevole water}	1.10		
Y _w	10.00	kN/m ³	Peso specifico acqua
Y _{w ponderato}	11.00	kN/m ³	Peso specifico acqua ponderato
Y _{G1 favorevole jet}	0.90		
Y _{jet}	21.00	kN/m ³	Peso specifico jet grouting
Y _{jet ponderato}	18.90	kN/m ³	Peso specifico jet grouting ponderato

h _{jet} (m)	5.00
δ attrito	1.00
φ _k (°)	36.50
Y _φ	1.25
φ _d (°)	30.62

U1 (kPa)	47	Pressioni intersiziali a monte della paratia sul tetto del tappo di jet
U2 (kPa)	97	Pressioni intersiziali a monte della paratia sul letto del tappo di jet

R _d (kPa)	E _d (kPa)	CS
109.30	106.7	1.0244

Per il calcolo della resistenza laterale si è considerato un φ' pari al terreno in sito abbattendone la tangente di un fattore $\gamma_M = 1.25$

Essendo $\sigma_{stb,d} > u_{inst,d}$ la verifica risulta essere soddisfatta per un tappo di jet grouting di altezza 5 metri.

9.1.5 INCIDENZA PALI

Si valuta l'incidenza del palo e risulta pari a $112 \frac{kg}{m^3}$.

	ϕ (mm)	L (m)	N° Ferri	Peso (kg)
Ferri Long.	18	9	20	359.640
Ferri Long.	18	9	20	359.640
Elica	10	3	64	109.169
Anello	24	3	8	71.397

899.846

TOT

Volume CLS (m ³)	8.042
INCIDENZA (kg/m³)	112.00