

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)

VI05 – Viadotto Fiumara D'Agrò

Relazione di calcolo opere provvisionali

SCALA:

-

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

RS2S 02 D 09 CL VI0503 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Aut. Ing. e Gest. Variante
A	Emissione Esecutiva	A. Ingletti <i>[Signature]</i>	Gennaio 2018	L. Utzeri <i>[Signature]</i>	Gennaio 2018	P. Carlesimo <i>[Signature]</i>	Gennaio 2018	Aut. Ing. e Gest. Variante A. Vitozzi Port. Ing. Angelo Vitozzi Ingegnere della Provincia di Roma N° 420785 ITALFERR S.p.A.

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	<i>Acciaio per armatura strutture in c.a.</i>	5
3.1.2	<i>Profilati e piastre metalliche</i>	5
3.2	CALCESTRUZZO.....	5
3.2.1	<i>Calcestruzzo magro per getti di livellamento</i>	5
3.2.2	<i>Calcestruzzo pali, diaframmi di fondazione, cordoli opere provvisionali</i>	5
4	DESCRIZIONE DELL’OPERA	6
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	9
5.1	TERRENO.....	9
5.2	JET GROUTING	10
6	ANALISI DELL’INTERAZIONE PARATIA-TERRENO	11
7	CRITERI DI VERIFICA.....	11
8	ANALISI DELLE OPERE PROVVISORIALI	14
8.1	DESCRIZIONE DELLA SEZIONE P2	14
8.2	DESCRIZIONE DELLA SEZIONE P3	15
8.3	DESCRIZIONE DELLA SEZIONE P8	15
8.4	SCHEMA E FASI DI CALCOLO SEZIONE	16
8.4.1	<i>Sezione P2</i>	16
8.4.2	<i>Sezione P3</i>	20

8.4.3	Sezione P8.....	25
9	RISULTATI E VERIFICHE PARATIA SEZIONE P2	30
9.1	RISULTATI E VERIFICHE SLE (COMBINAZIONE NOMINAL):	30
9.2	RISULTATI E VERIFICHE SLU STR PALI (COMBINAZIONE A1+M1+R1):.....	32
9.3	VERIFICHE <i>SLU GEO</i> PALI (COMBINAZIONE A2+M2+R1)	37
9.4	VERIFICA <i>SLU UPL</i>	38
9.5	INCIDENZA PALI.....	40
10	RISULTATI E VERIFICHE PARATIA SEZIONE P3	41
10.1	RISULTATI E VERIFICHE SLE (COMBINAZIONE NOMINAL):	41
10.2	RISULTATI E VERIFICHE SLU STR PALI (COMBINAZIONE A1+M1+R1):.....	42
10.3	VERIFICA <i>SLU STRU</i> PUNTONE (COMBINAZIONE A1+M1+R1).....	46
10.4	VERIFICA <i>SLU STRU</i> TRAVE DI RIPARTIZIONE (COMBINAZIONE A1+M1+R1)	50
10.5	VERIFICHE <i>SLU GEO</i> PALI (COMBINAZIONE A2+M2+R1)	50
10.6	VERIFICA <i>SLU UPL</i>	51
10.7	INCIDENZA PALI.....	52
11	RISULTATI E VERIFICHE PARATIA SEZIONE P8	53
11.1	RISULTATI E VERIFICHE SLE (COMBINAZIONE NOMINAL):	53
11.2	RISULTATI E VERIFICHE SLU STR PALI (COMBINAZIONE A1+M1+R1):.....	54
11.3	VERIFICHE <i>SLU GEO</i> PALI (COMBINAZIONE A2+M2+R1)	59
11.4	VERIFICA <i>SLU STRU</i> PUNTONE (COMBINAZIONE A1+M1+R1).....	59
11.5	VERIFICA <i>SLU STRU</i> TRAVE DI RIPARTIZIONE (COMBINAZIONE A1+M1+R1)	63
11.6	INCIDENZA PALI.....	63

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 presente relazione è relativa al viadotto Fiumara D’Agrò, avente una lunghezza di circa 341 m (VI05).

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 Norma Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 04/02/20018, 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

Fondazioni, scavi e opere provvisionali - tav. 1 di 3	RS2S 02 D 09 P9 VI0500 001 B
Fondazioni, scavi e opere provvisionali - tav. 2 di 3	RS2S 02 D 09 P9 VI0500 002 B
Fondazioni, scavi e opere provvisionali - tav. 3 di 3	RS2S 02 D 09 P9 VI0500 003 B
Profilo longitudinale geotecnico Tav.3/6	RS2S 02 D 78 F6 GE0005 003 B
Relazione geotecnica generale 3/6	RS2S 02 D 78 RH GE00 05 003 B

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Il progetto strutturale 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
- 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 Fiumara D’Agrò. In Figura 1 è rappresentato il viadotto ove sono allocate le sezioni P2, P3 e P8 costituite da paratie di pali accostati. Tali sezioni per la loro tipologia sono state considerate le più gravose per questo motivo sono oggetto di studio, in termini di verifiche geotecniche e strutturali, per tale relazione.

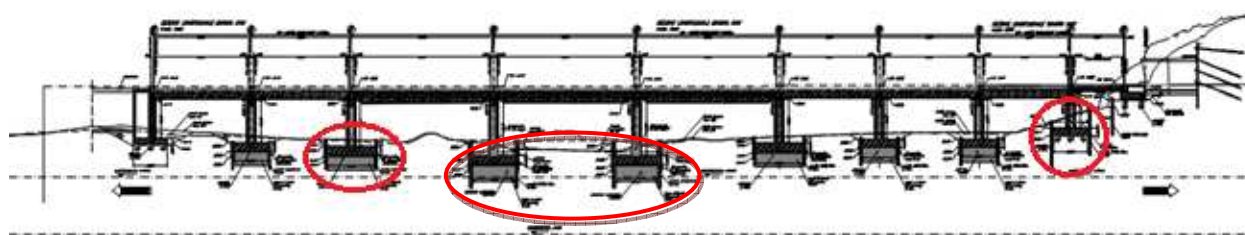


Figura 1 : Sezione longitudinale

La presente relazione di calcolo ha per oggetto l’analisi e le verifiche geotecniche e strutturali di tre sezioni:

- **P2** costituita da paratie di pali di diametro $\phi 600$. Tale sezione (rappresentata in Figura 2) è ritenuta essere la più gravosa tra quelle di diametro $\phi = 0.6 \text{ m}$ ed interasse pari a 0.8 metri.

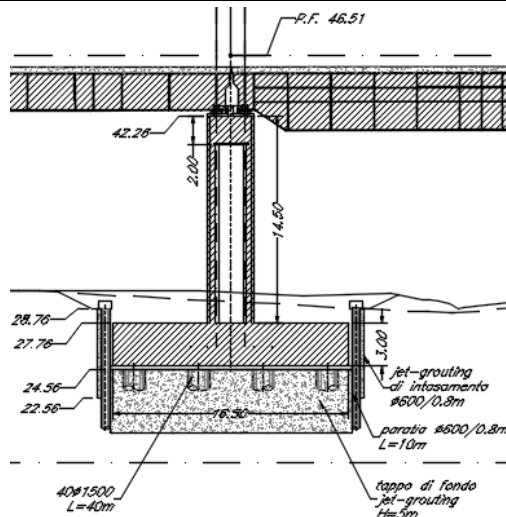


Figura 2

- P3 costituita da paratie di pali di diametro $\phi 1000$, vincolata con un livello di puntoni. Tale sezione (rappresentata in Figura 3) è ritenuta essere la più gravosa tra quelle di diametro $\phi = 1$ m ed interasse pari a 1.2 metri.

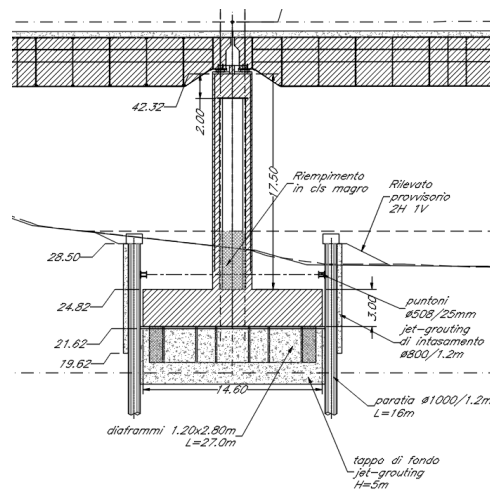


Figura 3

- P8 (rappresentata in Figura 4) costituita da paratie di pali di diametro $\phi 1000$, ad interasse pari a 1.2 m, vincolata con un livello di puntoni.

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI
VI05 – Viadotto Fiumara D’Agrò - Relazione di
calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02 D 09	CL	VI0503 001	A	8 di 63

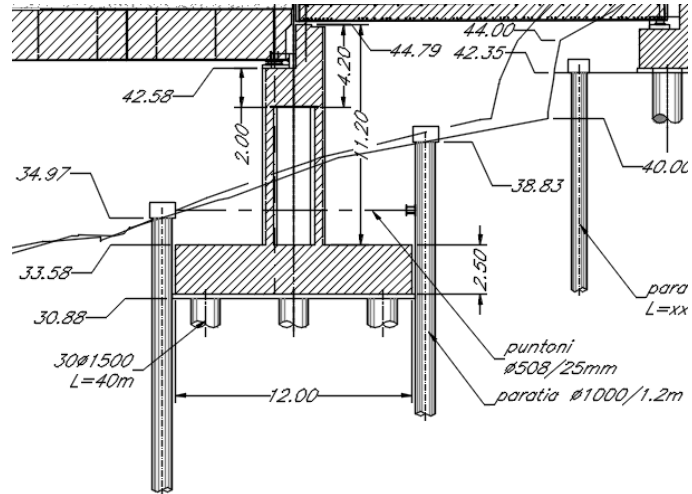


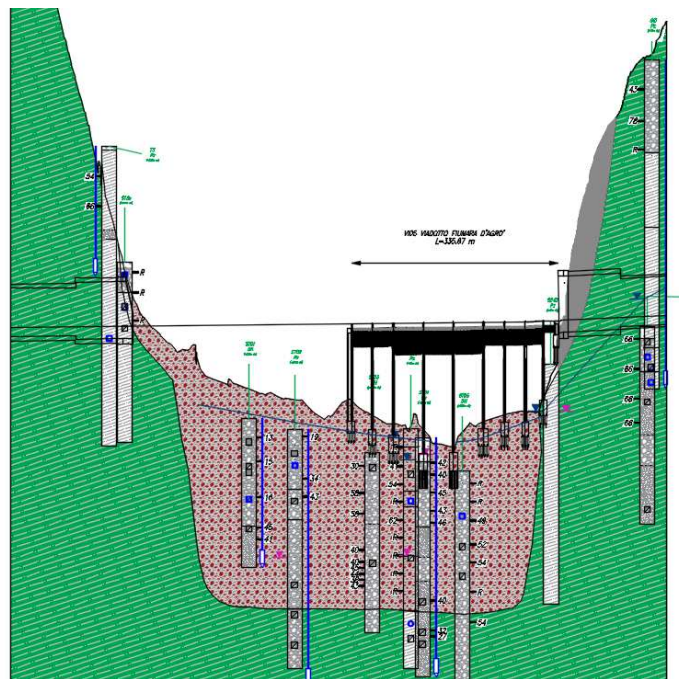
Figura 4




5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

5.1 Terreno

Per quanto riguarda la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni presenti in corrispondenza del viadotto si rimanda alla relazione geotecnica generale 3/6.

Dall’insieme dei dati forniti dalle indagini, sono state individuate le seguenti unità litologiche per la tratta interessata dal viadotto Fiumara D’Agrò: nelle sezioni di riferimento, alle profondità di interesse, il sottosuolo risulta costituito da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa- argillosa GS, le cui proprietà sono riportate in Tabella 1.



UNITA' INDIVIDUATE	GS 	FI 	MSS 
DESCRIZIONE UNITA'	Ghiaie eterogeneiche e poligeniche in matrice sabbiosa e sabbio-limosa	Filladi a tessitura scistosa con presenza di vene di quarzo	Ghiaie e sabbie di Taormina
Peso per unità di volume	$g=17-19$ kN/mc	$g=20-22$ kN/mc	$g=19-21$ kN/mc
coesione efficace	$c'=0$	$c'=0,19$ MPa	$c'=0-20$ KPa
Resistenza non drenata	$c_u=0$	$c_u=-$	$c_u=-$
Resistenza a compressione	$R_c=-$	$R_c=0,465$ MPa	$R_c=-$
Angolo di attrito	$fi'=35-37^\circ$	$fi'=11,5^\circ$	$fi'= 25-40^\circ$
Modulo di deformabilità	$E'=30-35$ MPa	$E'=270$ MPa	$E'=40-100$ MPa
Permeabilità	$k=e-5;e-6$ m/s	$k=e-7$ m/s	$k=e-5$ m/s

Tipologia	γ_{nat}	c'	c_u	ϕ'	R_c	E	E_u	k
	kN/m ³	kPa	kPa	°	MPa	MPa	MPa	m/s
Unità bb,ba,b2 – ghiaie e ciottoli in matrice sabbioso, limosa, argillosa	17-19	0	0	35-37	-	30-35	10^{-5} - 10^{-6}	0
FDN- filladi a tessitura scistosa (Slope)	20-22	39	-	27	0.465	270	10^{-7}	-
FDN- filladi a tessitura scistosa (General)	20-22	190	-	11.5	0.465	270	10^{-7}	-

Tabella 1

Per quanto concerne la falda, nei calcoli il livello è posto:

- a livello di testa palo per la sezione P2 e P3;
- a 6.3 m dal p.c. per la sezione P8.

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° ed E' pari a 32.5 MPa.

Essendo la paratia un'opera provvisoria non è necessaria la verifica sismica.

5.2 Jet grouting

Per il jet grouting sono state assunte le seguenti caratteristiche:

- $c' = 100$ kPa
- $\phi' = 36^\circ$
- $E = 162.5$ MPa (5 volte il terreno in posto)

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO LOTTO 2: Taormina - Giampileri					
	U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI VI05 – Viadotto Fiumara D’Agrò - Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS2S	LOTTO 02 D 09	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0503 001	REV. A

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_E (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_ψ	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_r	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	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Tabella 6.8.I – 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.

 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 VI05 – Viadotto Fiumara D’Agrò - Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS2S	LOTTO 02 D 09	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0503 001	REV. A

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 P2

Questa sezione è costituita da due paratie di pali che presentano le medesime caratteristiche:

Paratia di pali:

$D_p = 600$ mm diametro di perforazione

$i = 0.80$ m interasse longitudinale tra i pali

$L = 10.0$ m lunghezza del palo

Armatura longitudinale B450C:

$\phi = 16$ mm diametro armatura longitudinale

$n = 12$ numero barre

Armatura trasversale B450C:

$\phi = 8$ mm diametro armatura trasversale

$s = 0.25$ m passo equivalente dell’elica

8.2 Descrizione della sezione P3

Questa sezione è costituita da due paratie di pali che presentano le medesime caratteristiche:

Paratia di pali:

$D_p = 1000 \text{ mm}$ diametro di perforazione

$i = 1.20 \text{ m}$ interasse longitudinale tra i pali

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

Armatura longitudinale B450C:

$\phi = 20 \text{ mm}$ diametro armatura longitudinale

$n = 18$ numero barre

Armatura trasversale B450C:

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

$s = 0.20 \text{ m}$ passo equivalente dell'elica

8.3 Descrizione della sezione P8

Nella seguente relazione, come riportato precedentemente, sono analizzate due paratie di pali che presentano le medesime caratteristiche:

Paratia di pali:

$D_p = 1000 \text{ mm}$ diametro di perforazione

$i = 1.20 \text{ m}$ interasse longitudinale tra i pali

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

Armatura longitudinale B450C:

$\phi = 16 \text{ mm}$ diametro armatura longitudinale

$n = 16$ numero barre

Armatura trasversale B450C:

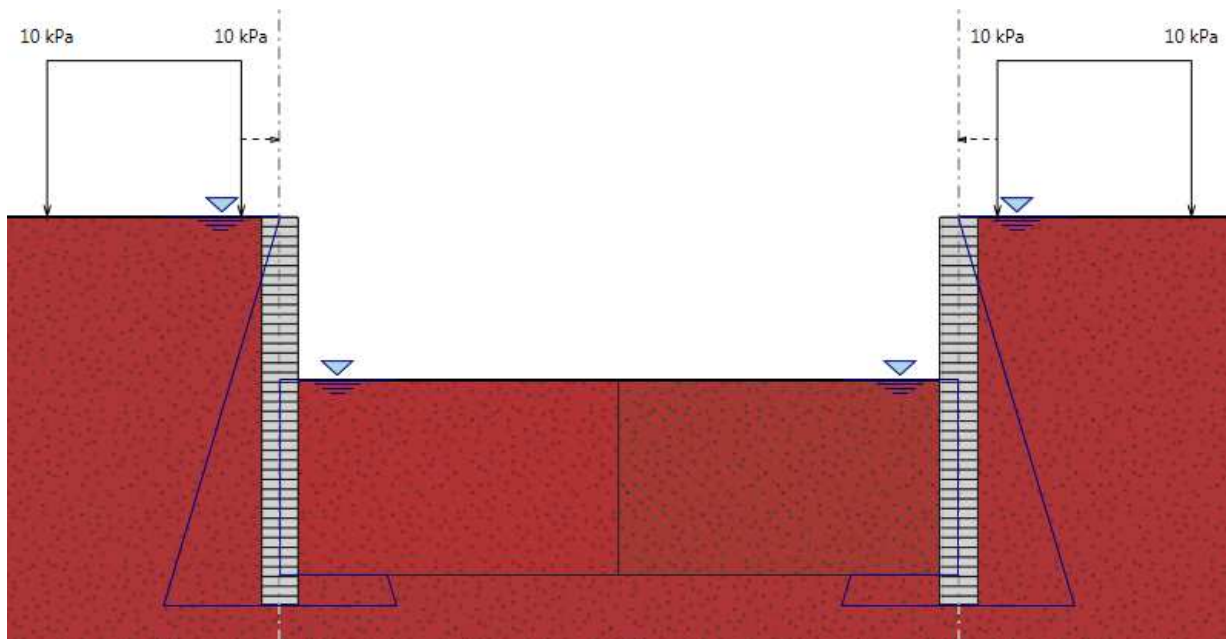
$\phi = 8 \text{ mm}$ diametro armatura trasversale

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

8.4 Schema e fasi di calcolo sezione

8.4.1 Sezione P2

GEOMETRIA SEZIONE P2



Tipo paratia: **Paratia di pali sezione P2**

Altezza fuori terra	4,2	[m]
Profondità di infissione	5,8	[m]
Altezza totale della paratia	10,0	[m]
Numero di file di pali	1	[m]

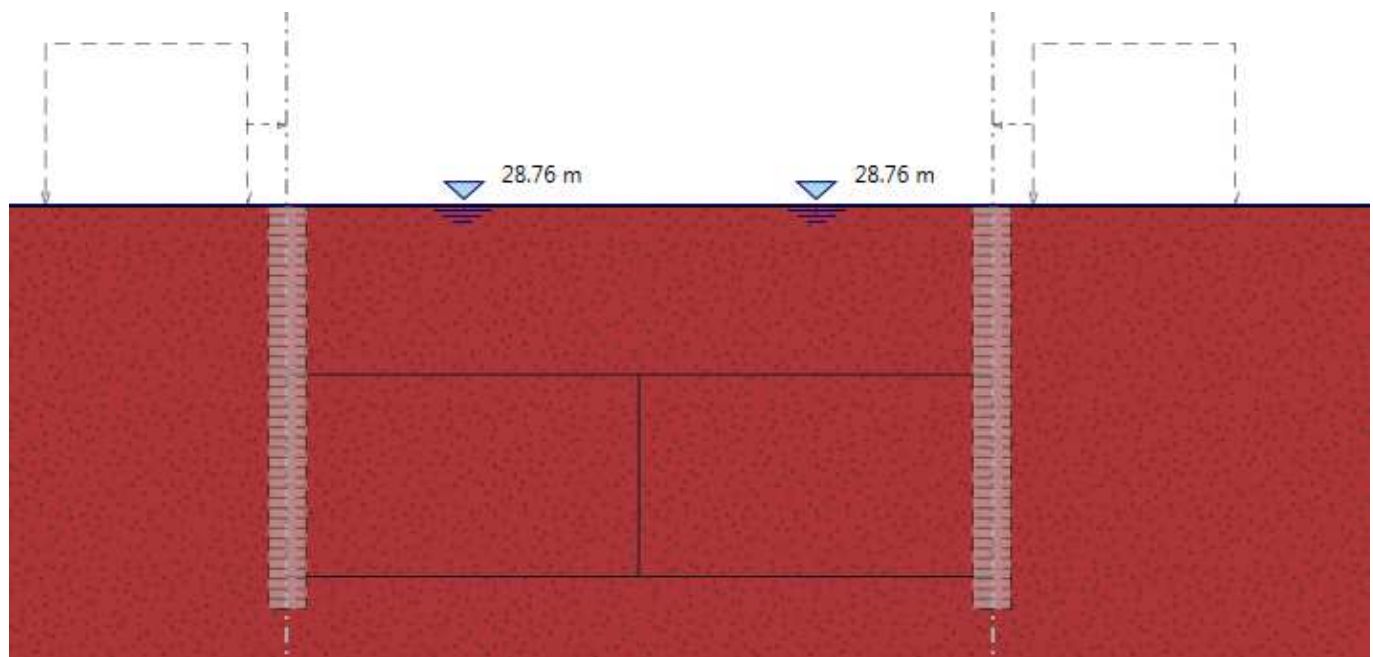
La massima altezza di scavo è di 4.2 m.

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.

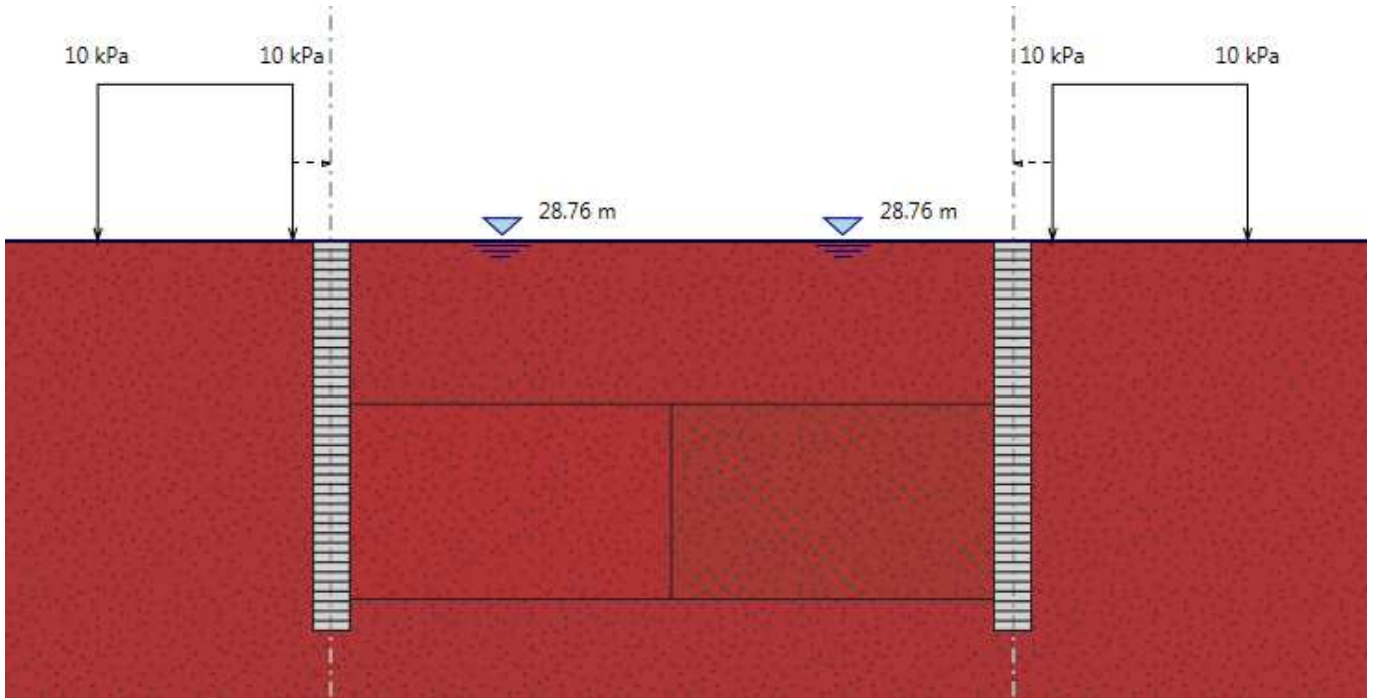
Di seguito si riportano le fasi di calcolo che sono state analizzate in successione.

Fasi di calcolo:

FASE 0



FASE 1



Nome: Pali

Inerzia Equivalente: 0.0409 m⁴/m

Area Equivalente: 0.6545 m

Mat. omogeneizzazione: C25/30

Da utilizzare per:

- Muri
- Solette (specificare il Dead Load: 5 kN/m)
- Puntelli
- Puntoni

Geometria e materiali

Custom

Materiale: Inerzia m⁴/m Area m²/m

Diaframma o Pali

Calcestruzzo

Materiale: C25/30

Spessore Ct: 0.6 m

Diametro Cd: 1 m

Passo Cs: 1.2 m

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

Acciaio

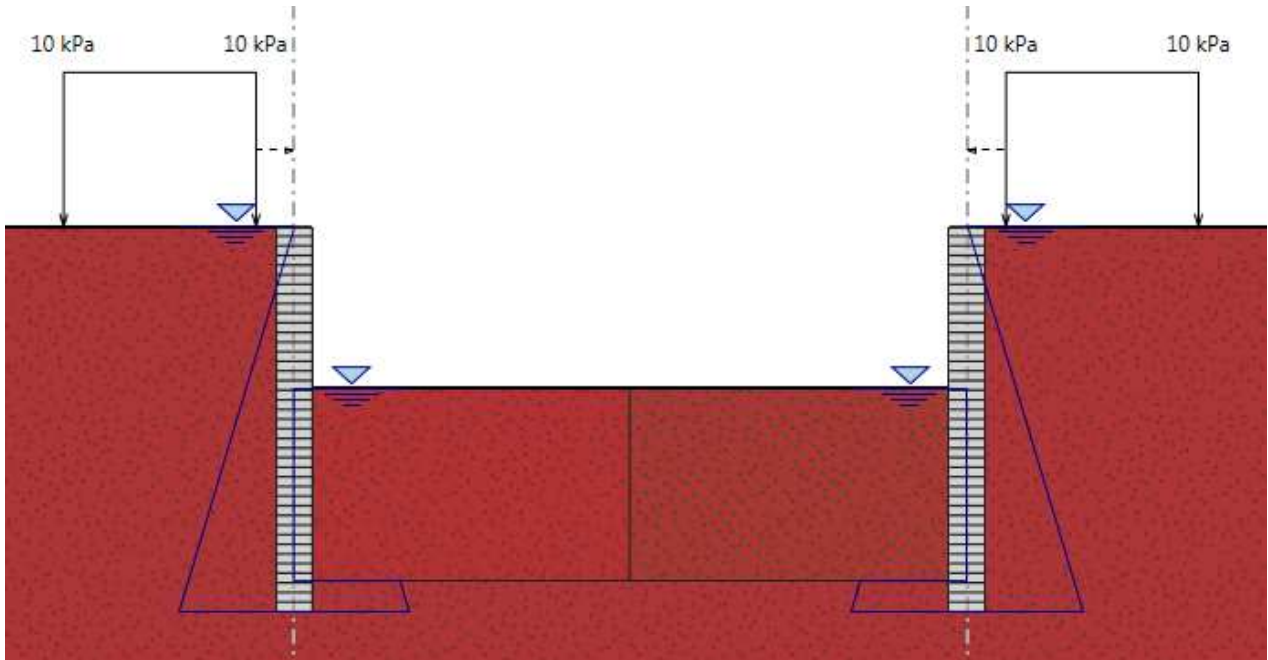
Materiale: S275

Profilo:

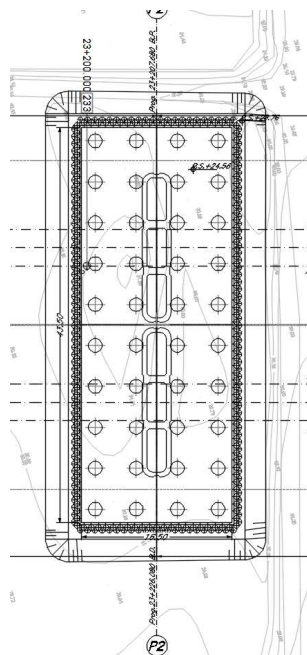
Passo Ss: 1.2 m

Anteprima

FASE 2

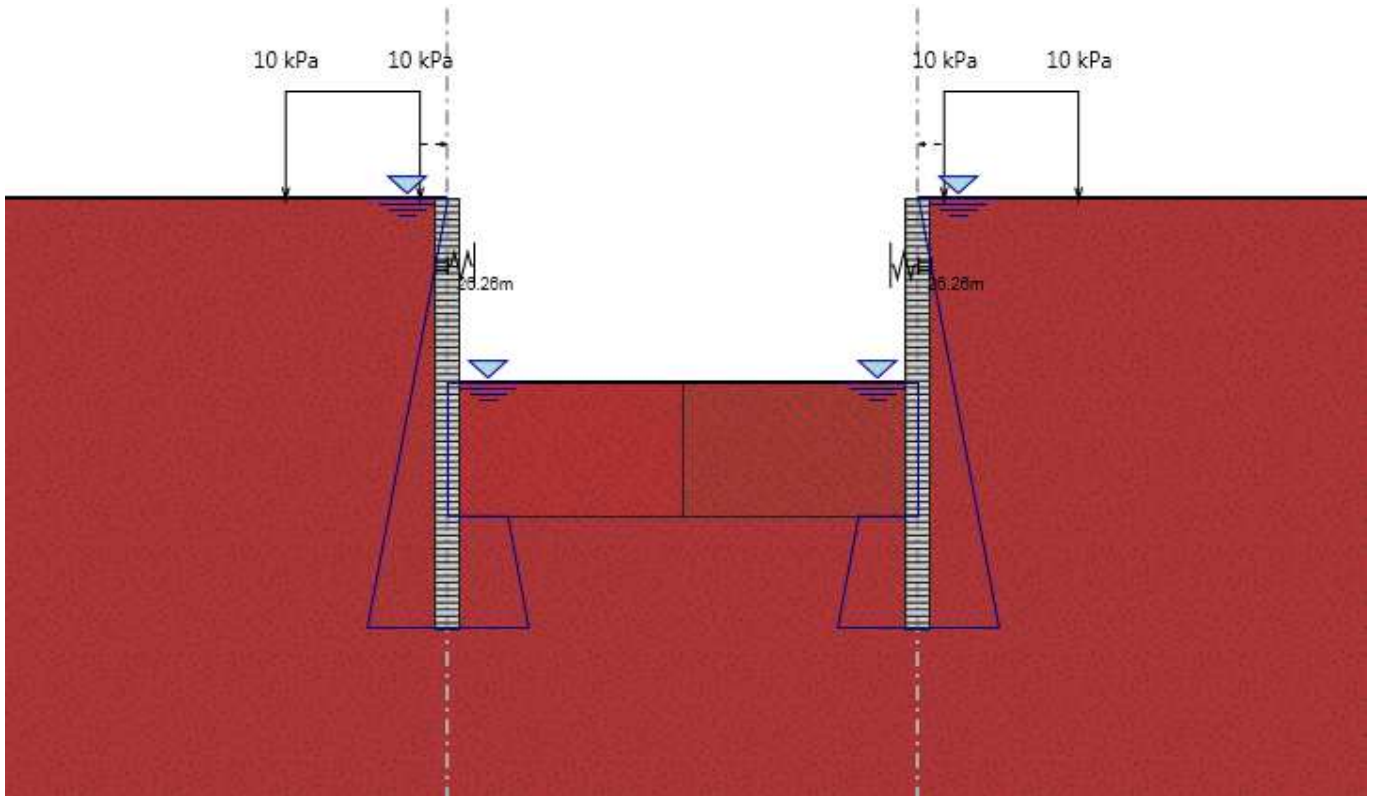


La Figura mostra la pianta dello scavo della sezione P2:



8.4.2 Sezione P3

GEOMETRIA SEZIONE P3



Tipo paratia: **Paratia di pali sezione P3**

Altezza fuori terra	6.85	[m]
Profondità di infissione	9.15	[m]
Altezza totale della paratia	16.0	[m]
Numero di file di pali	1	[m]

La massima altezza di scavo è di 6.85 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.

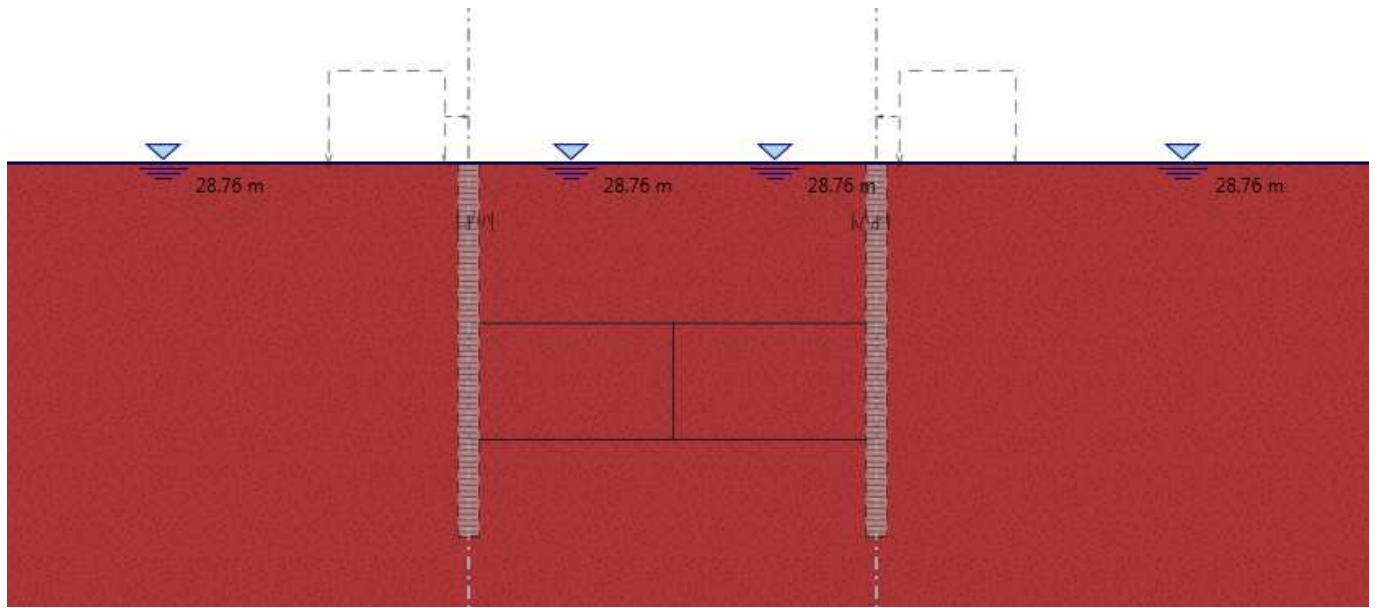
Di seguito si riportano le fasi di calcolo che sono state analizzate in successione.

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI
VI05 – Viadotto Fiumara D’Agrò - Relazione di
calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02 D 09	CL	VI0503 001	A	21 di 63

Fasi di calcolo:

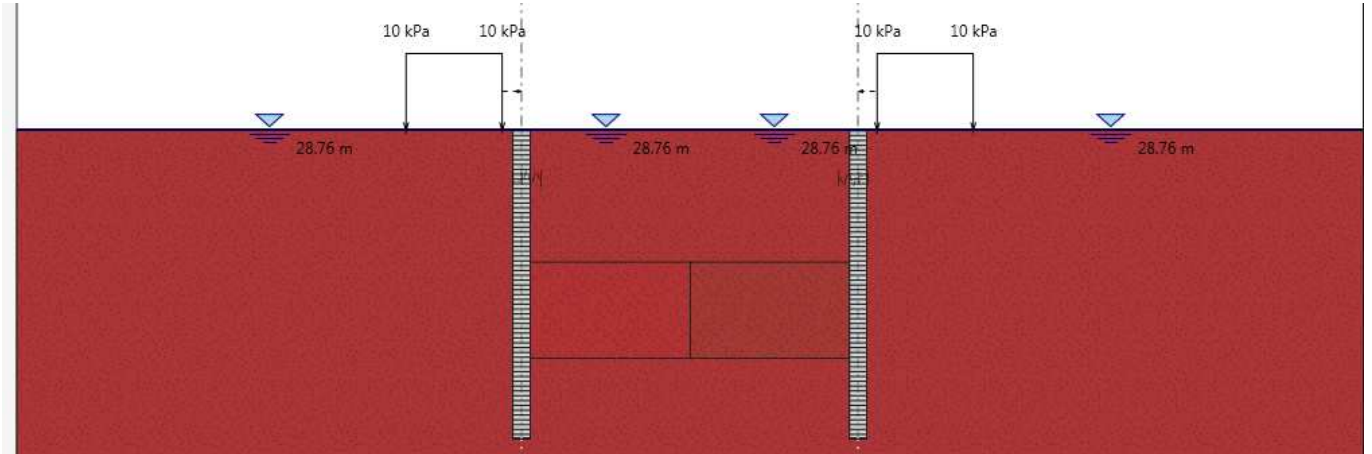
FASE 0



U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI
VI05 – Viadotto Fiumara D’Agrò - Relazione di
calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02 D 09	CL	VI0503 001	A	22 di 63

FASE 1



Nome: Pali

Inerzia Equivalente: 0.0409 m⁴/m

Area Equivalente: 0.6545 m

Mat. omogeneizzazione: C25/30

Da utilizzare per:

- Muri
- Solette (specificare il Dead Load: 5 kN/m)
- Puntelli
- Puntoni

Geometria e materiali

Custom

Materiale: Inerzia m⁴/m Area m²/m

Diaframma o Pali

Calcestruzzo

Materiale: C25/30

Spessore Ct: 0.6 m

Diametro Cd: 1 m

Passo Cs: 1.2 m

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

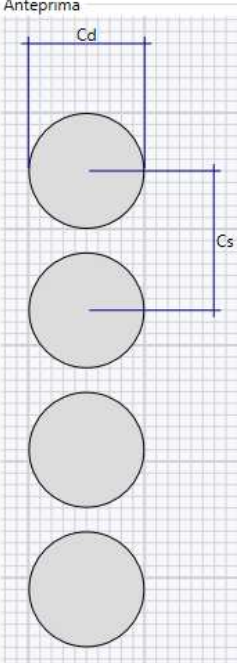
Acciaio

Materiale: S275

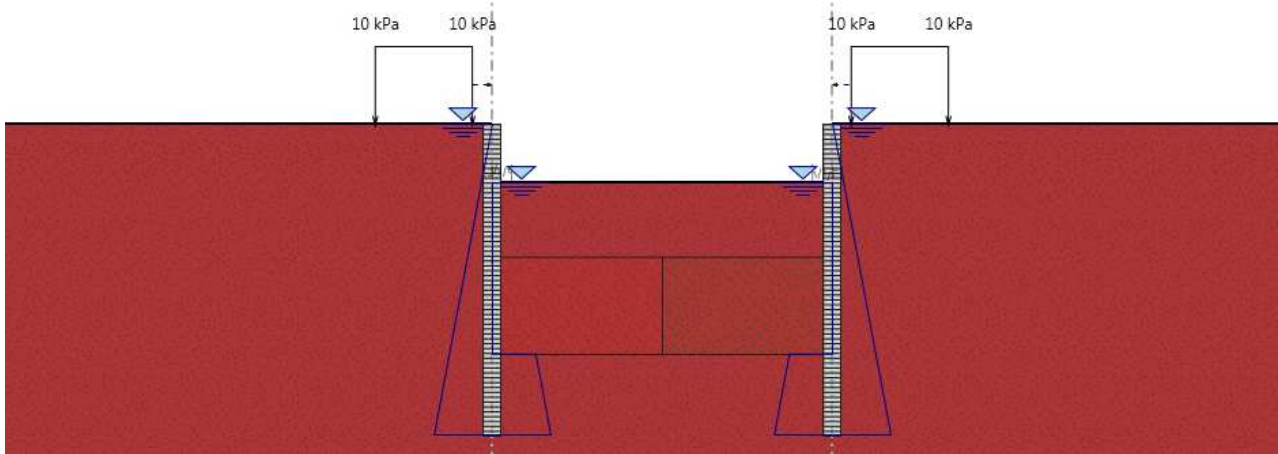
Profilo:

Passo Ss: 1.2 m

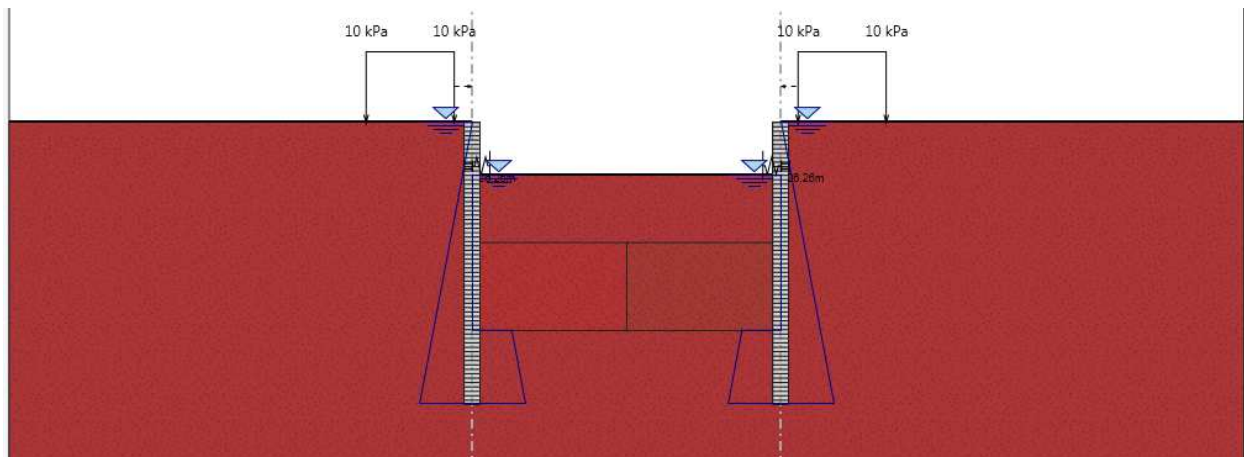
Anteprima



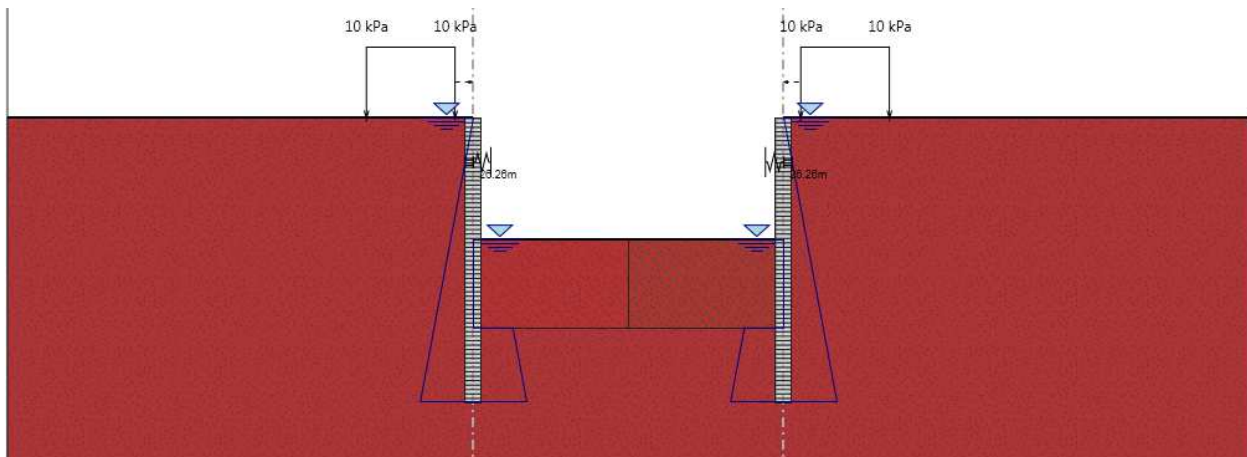
FASE 2



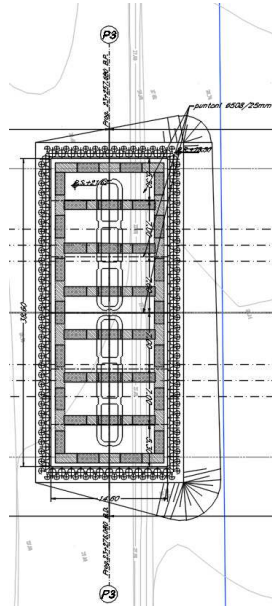
FASE 3



FASE 4



La Figura mostra la pianta dello scavo della sezione P3:



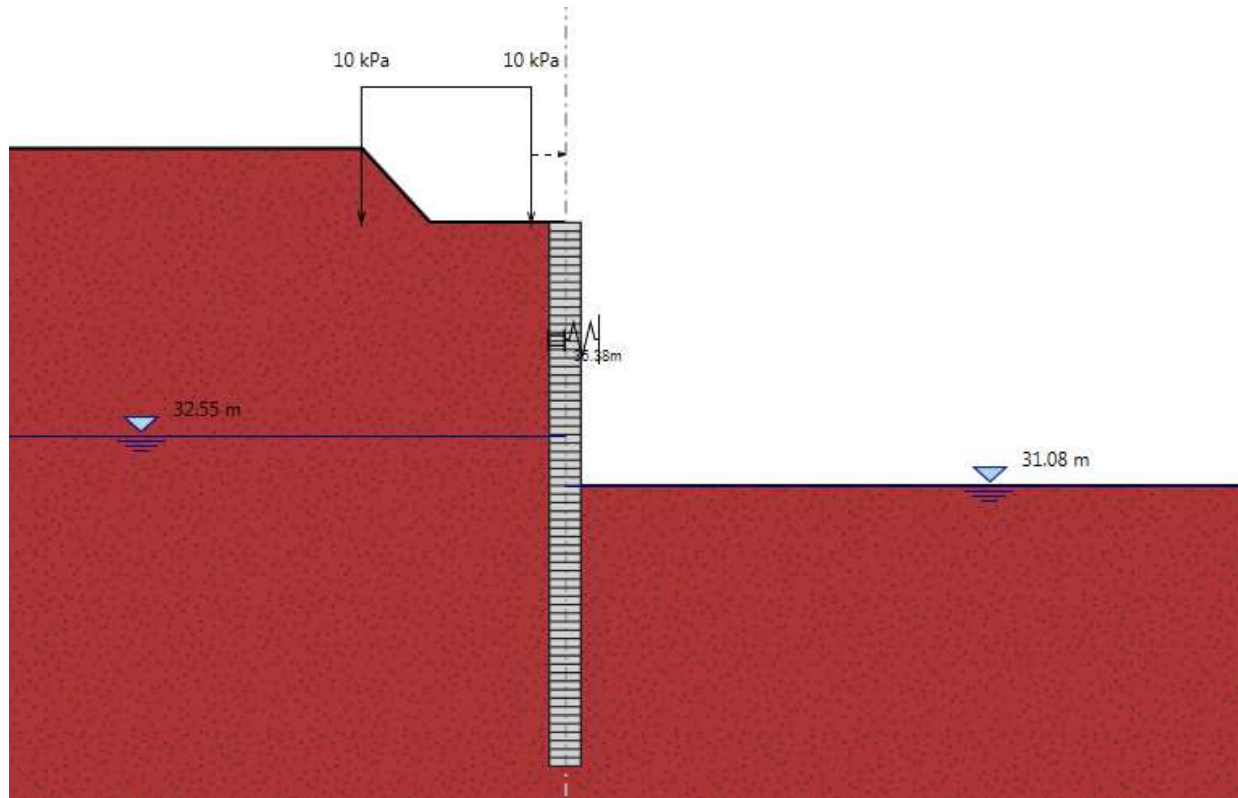
Per i puntone, inclinati di 90° rispetto l’opera di sostegno, è stata inserita la seguente rigidezza assiale:

$$K = \frac{E \cdot A}{L}$$

E_{S275}	210000000	kPa
L_{puntone}	14.6	m
$A_{\phi 508/25}$	0.0379	m ²
K_{puntone}	545137	kN/m
i_h	5	m

8.4.3 Sezione P8

GEOMETRIA SEZIONE P8



Tipo paratia: **Paratia di pali destra della sezione P8**

Altezza fuori terra	7.75	[m]
Profondità di infissione	8.25	[m]
Altezza totale della paratia	16,0	[m]
Numero di file di pali	1	[m]

La massima altezza di scavo è di 7.75 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.

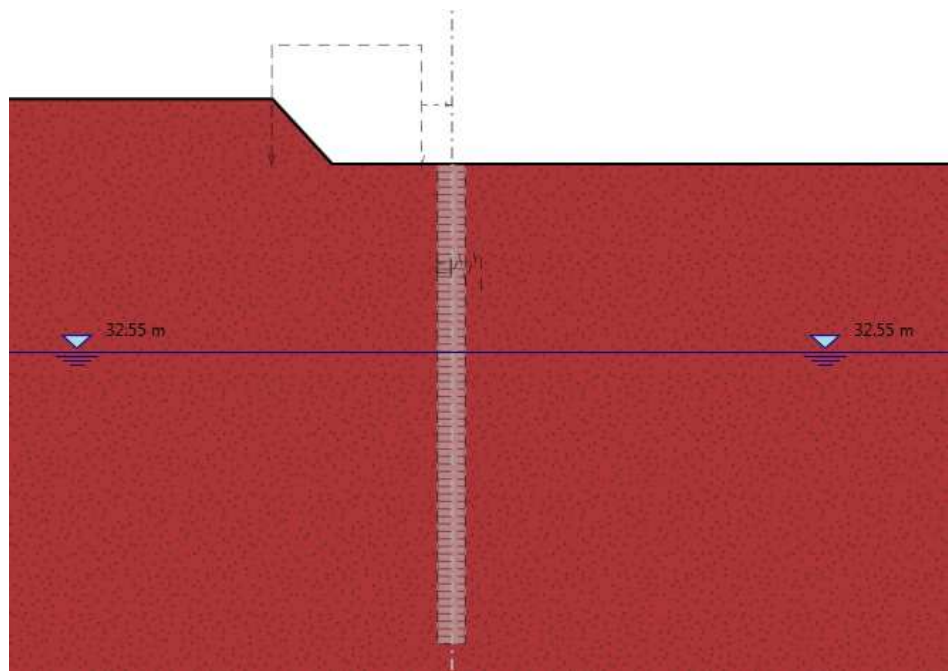
Di seguito si riportano le fasi di calcolo che sono state analizzate in successione.

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI
VI05 – Viadotto Fiumara D’Agrò - Relazione di
calcolo opere provvisionali

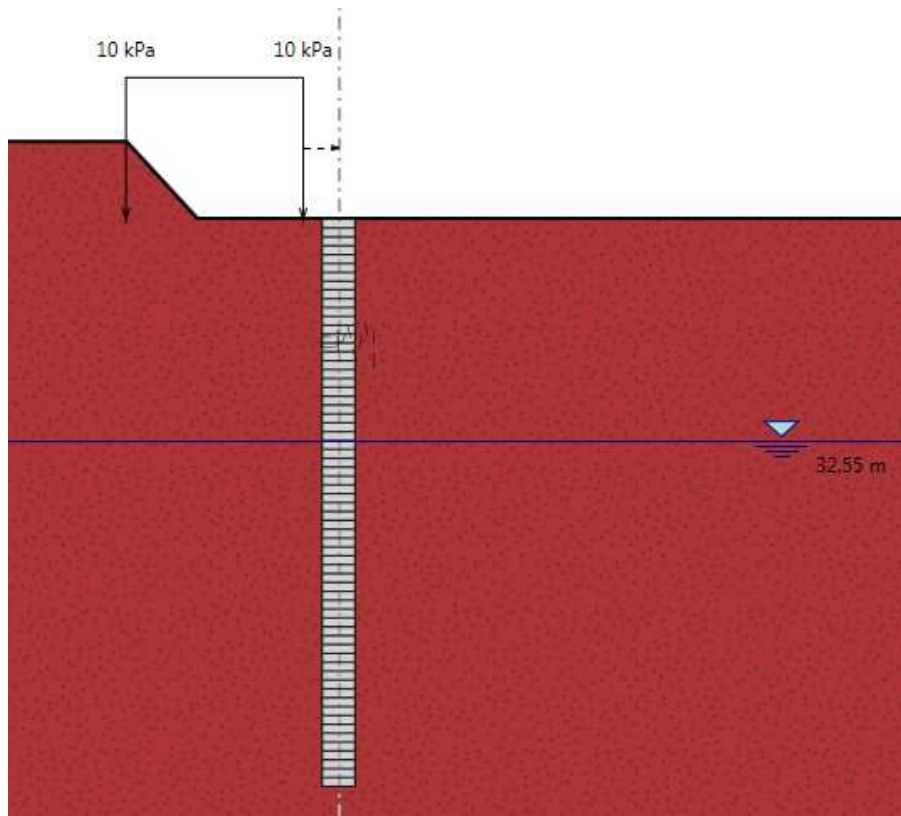
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02 D 09	CL	VI0503 001	A	26 di 63

Fasi di calcolo:

FASE 0



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 rigidità [0-1] ac

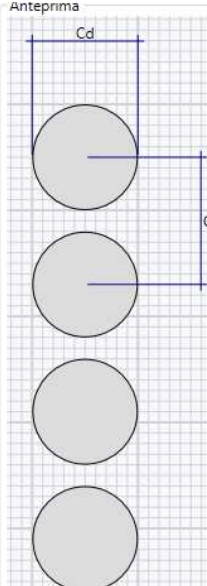
Acciaio

Materiale

Profilo

Passo Ss m

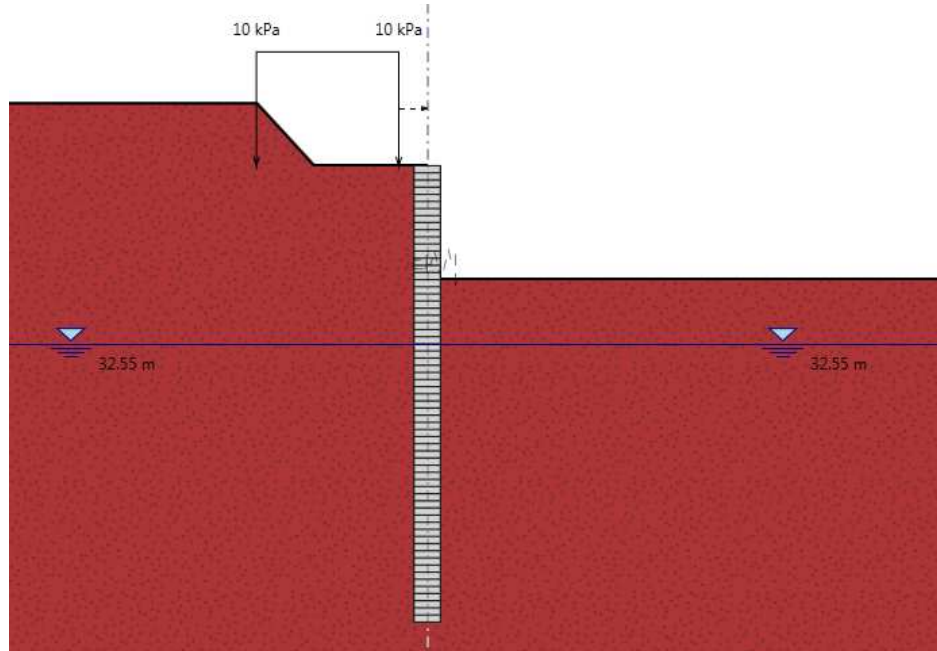
Anteprima



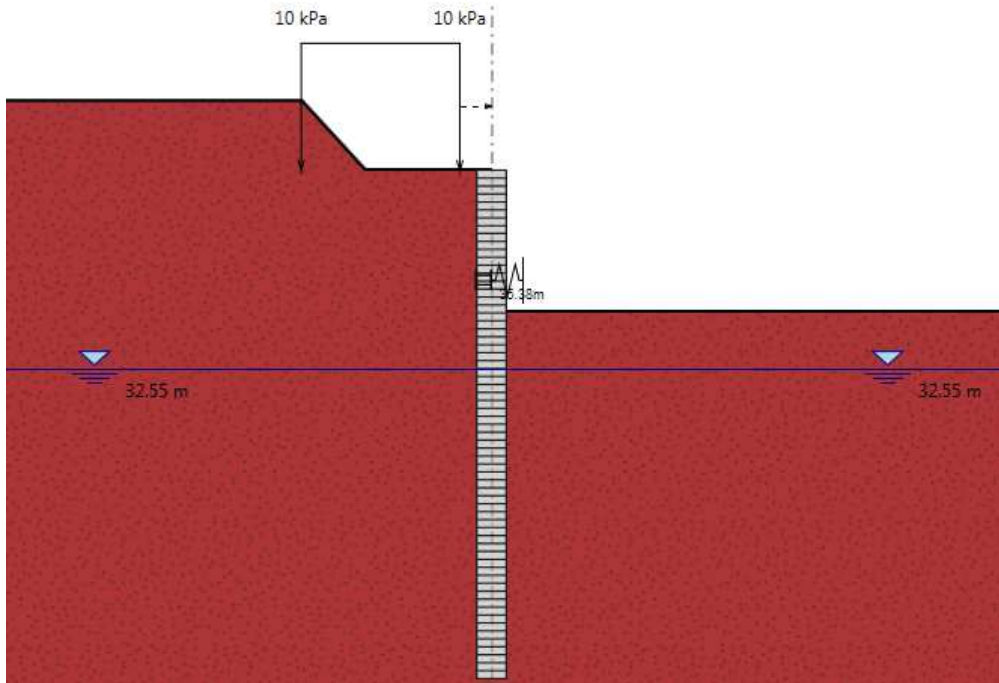
FASE 2

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI
VI05 – Viadotto Fiumara D’Agrò - Relazione di
calcolo opere provvisionali

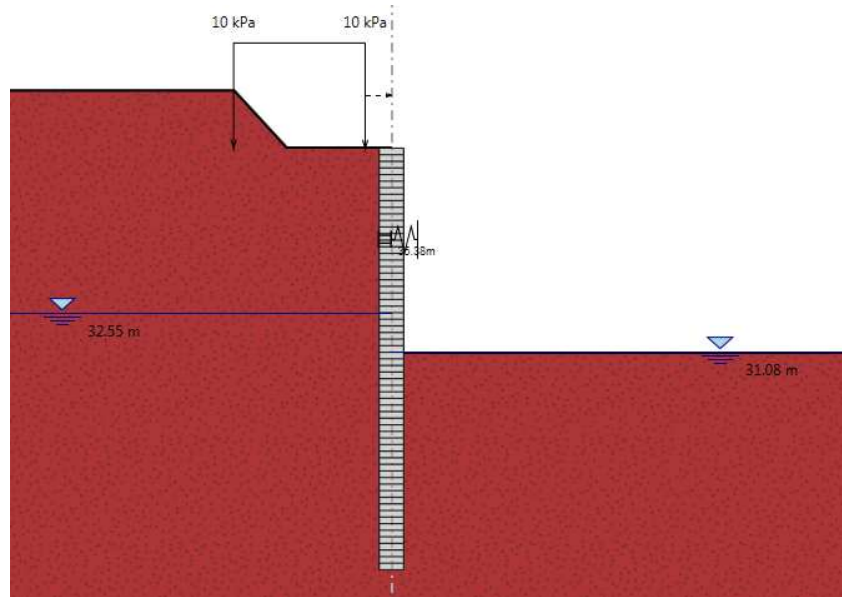
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02 D 09	CL	VI0503 001	A	28 di 63



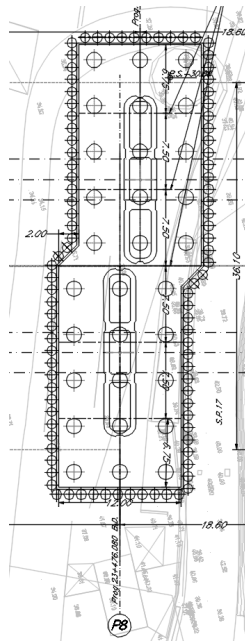
FASE 3



FASE 4



La Figura mostra la pianta dello scavo della sezione P8:



Puntoni $\Phi 508$ in acciaio S275

sp = 25 mm

L = 12 m

La rigidezza del puntone la valutiamo tramite la relazione:

$$k = \frac{E * A}{L'}$$

dove:

A = 37935 mm²

L' = L/2 = 6.0 m

La rigidezza k = 1327715 kN/m così ricavata è applicata alle molle nel modello in Paratie Plus.

9 RISULTATI E VERIFICHE PARATIA SEZIONE P2

In Allegato sono riportati gli elaborati di calcolo completi del codice “PARATIE PLUS” Versione 17.0 utilizzato per le analisi.

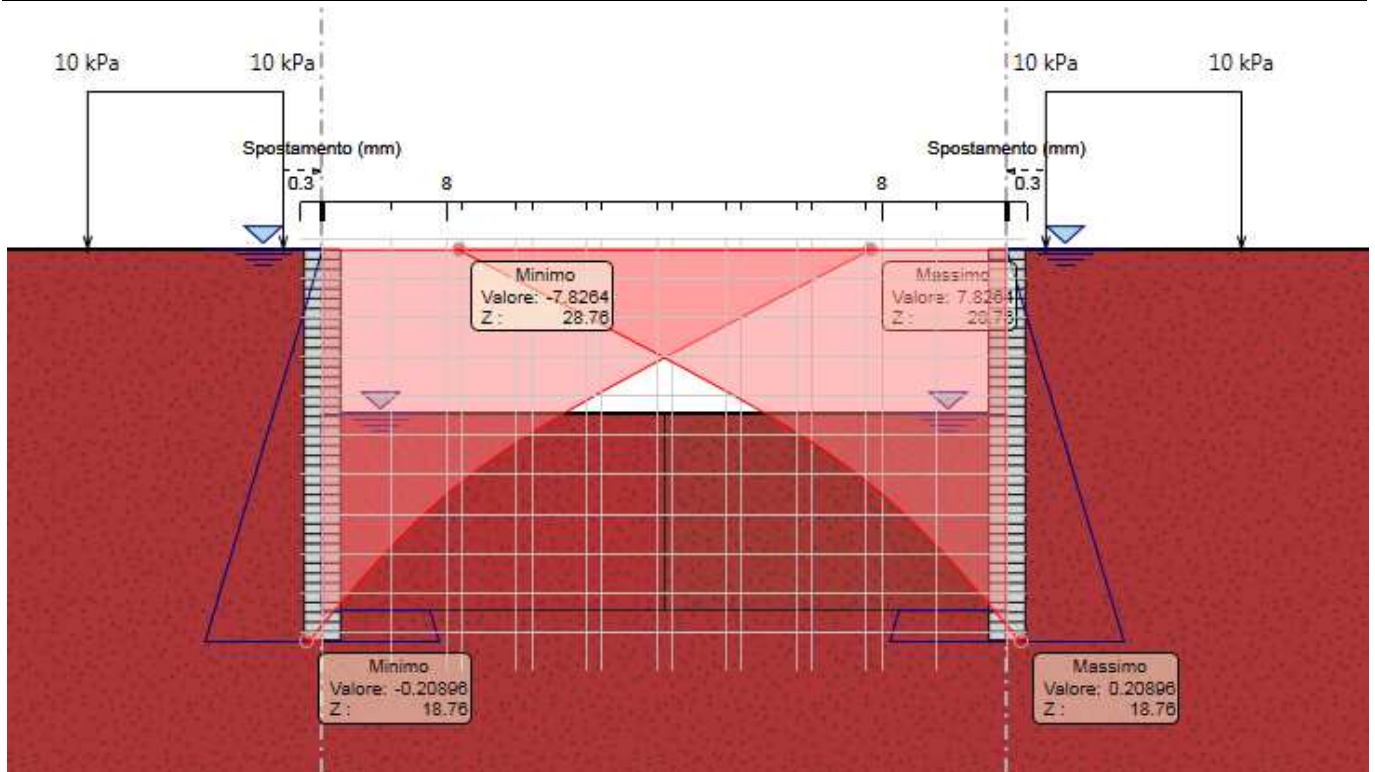
Nel seguito si espongono, in sintesi, i principali risultati di interesse progettuale.

9.1 Risultati e verifiche SLE (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 28.76 mslm) e risulta pari a 7.82 mm.

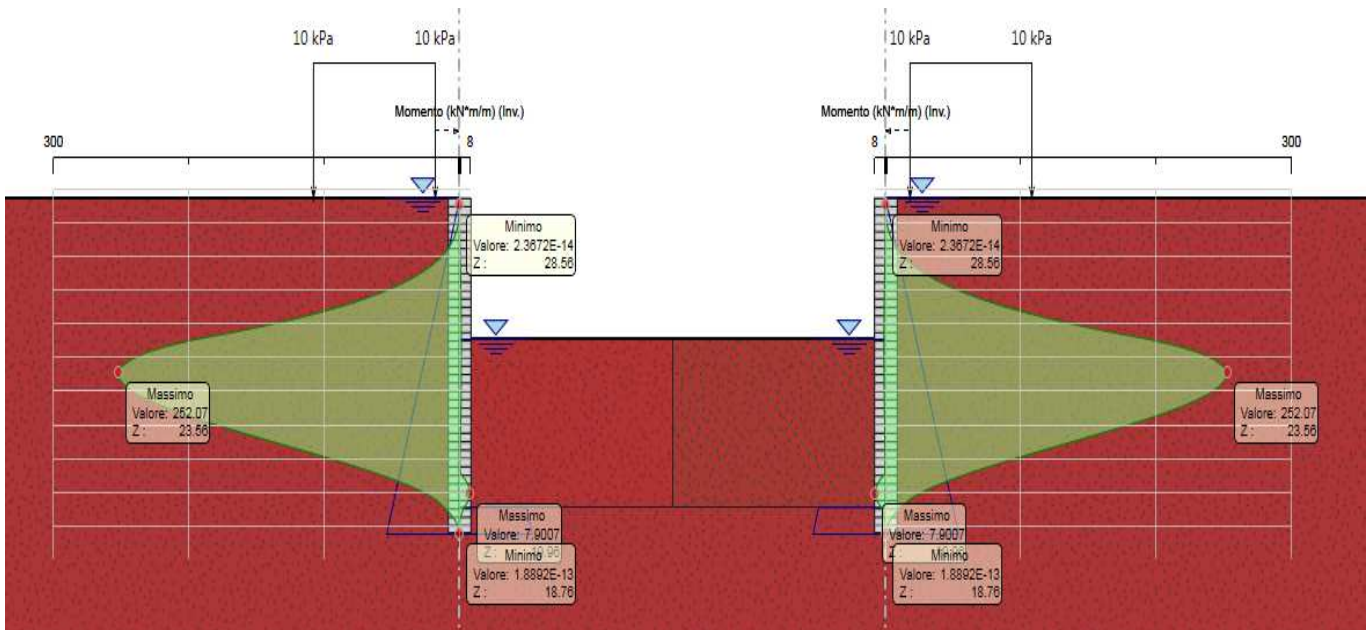
U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI
VI05 – Viadotto Fiumara D’Agrò - Relazione di
calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02 D 09	CL	VI0503 001	A	31 di 63

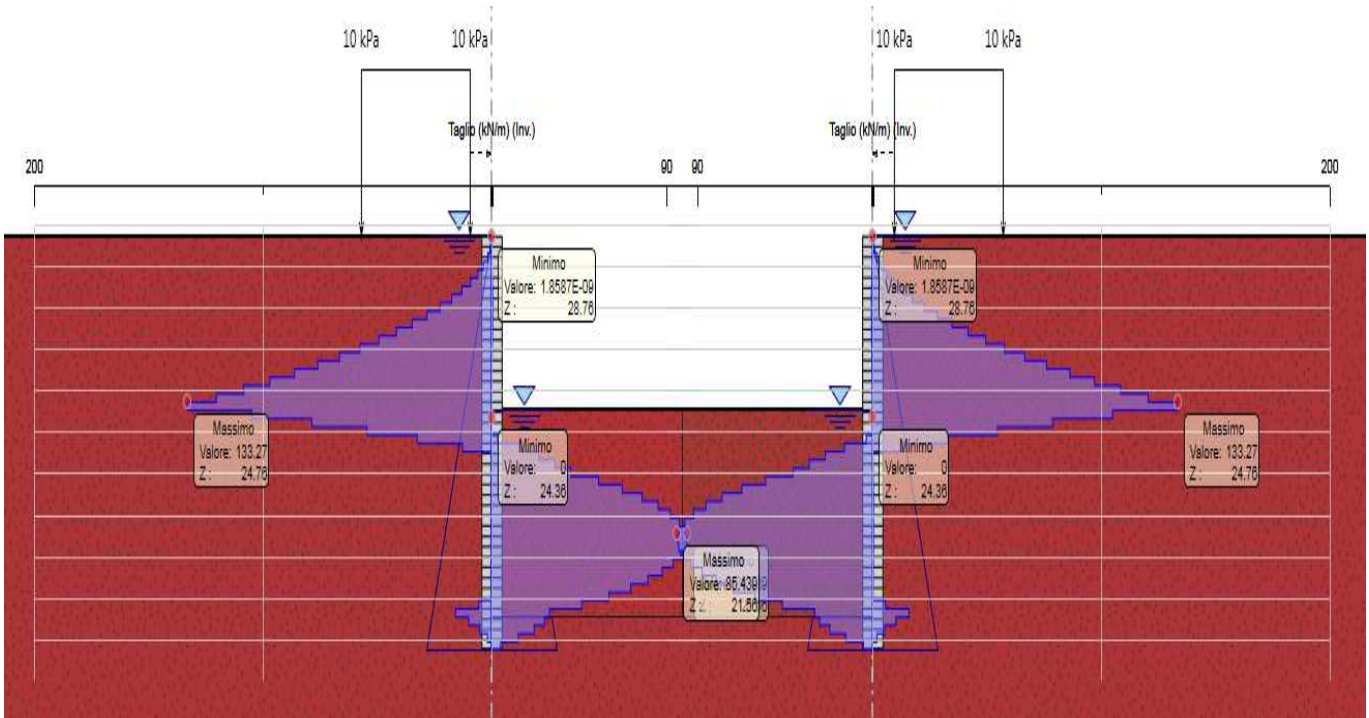


9.2 Risultati e verifiche SLU STR pali (combinazione A1+M1+R1):

Dall’involuppo del momento flettente in combinazione A1+M1+R1 si osserva che il massimo valore sulla paratia si ha a 5.2 metri dalla testa del palo (quota 23.56 mslm).



Dall’involuppo taglio in combinazione A1+M1+R1 si osserva che il massimo valore sulla paratia si ha ad 4 metri dalla testa del palo (quota di 24.76 mslm).

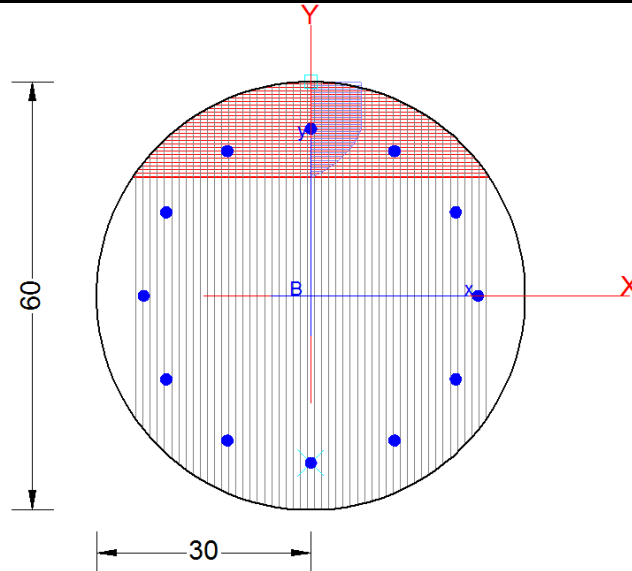


Nella seguente tabella si riassume l’armatura longitudinale e trasversale prevista che risulta essere la stessa per entrambe le pareti in quanto le caratteristiche della sollecitazione risultano essere le medesime.

Armatura longitudinale	Lunghezza gabbia [m]	Armatura prevista
Gabbia 1	11	12Φ16

Armatura trasversale	Passo [m]	Armatura prevista
Elica	0.25	40Φ8
Anello irrigidimento	2	5Φ24

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_06

(Percorso File: \\RM1-prod\PJ\10-12507\W\3\09-GET\CLA\Revisioni\VI05\IP2\RC-sec\Pali_d_06.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.: 30.0 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 circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonfer. 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	23.4	12	16

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 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	201.00	0.00	106.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 10.5 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)

**U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI
VI05 – Viadotto Fiumara D’Agrò - Relazione di
calcolo opere provvisionali**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02 D 09	CL	VI0503 001	A	36 di 63

As Tesa Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
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	201.00	0.00	0.00	206.40	0.00	1.027	18.1(4.1)

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	-0.00318	0.0	30.0	0.00179	0.0	23.4	-0.01037	0.0	-23.4

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.
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	0.000259760	-0.004292805	0.252	0.755

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	106.00	518.07	174.87	48.2	49.0	21.80°	1.000	2.5	4.1(0.0)

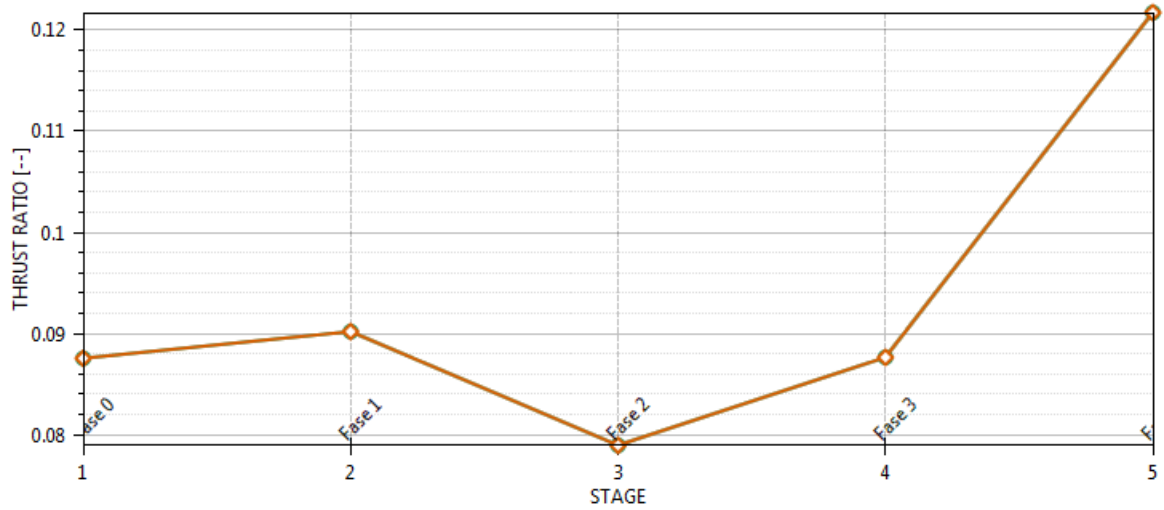
9.3 Verifiche *SLU GEO* pali (combinazione A2+M2+R1)

Il massimo rapporto di mobilitazione della spinta passiva è circa il 13%.

Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva

D.A. <A2+M2+R1>

Wall <Left Wall> Wall <Right wall>



9.4 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 al letto del tappo 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 con la paratia.

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:

$$\sigma_{stb,d} = \gamma_{G1} * h_{rock} * \gamma_{rock} + R_{lat} = 94.5 + 14.53 = 109.03 \text{ kPa}$$

$$u_{inst,d} = \gamma_{G1} * u_{(fondo_{rock})} = 99.44 \text{ kPa}$$

Q _{falda}	28.60	m	Quota della falda
Q _{scavo}	24.56	m	Quota di fondo scavo (estradosso jet grouting)
Q _{piede paratia}	18.76	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 (°)	36.00
Y _φ	1.25
φ _d (°)	30.17

U1 (kPa)	40.4	Pressioni intersiziali a monte della paratia sul tetto del tappo di jet
U2 (kPa)	90.4	Pressioni intersiziali a monte della paratia sul letto del tappo di jet

R _d (kPa)	E _d (kPa)	CS
109.03	99.44	1.0964

Per il calcolo della resistenza laterale si è considerato un φ’ pari al terreno in sito abbattendone la tangente di un fattore γ_M = 1.25

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

9.5 Incidenza pali

Si valuta l’incidenza del palo e risulta pari a $97 \frac{kg}{m^3}$.

	ϕ (mm)	L (m)	N° Ferri	Peso (kg)
Ferri Long.	16	11	12	208.296
Elica	8	2	40	32.761
Anello	24	2	5	33.467

274.524

TOT

Volume CLS (m³)	2.827
INCIDENZA (kg/m³)	97.00

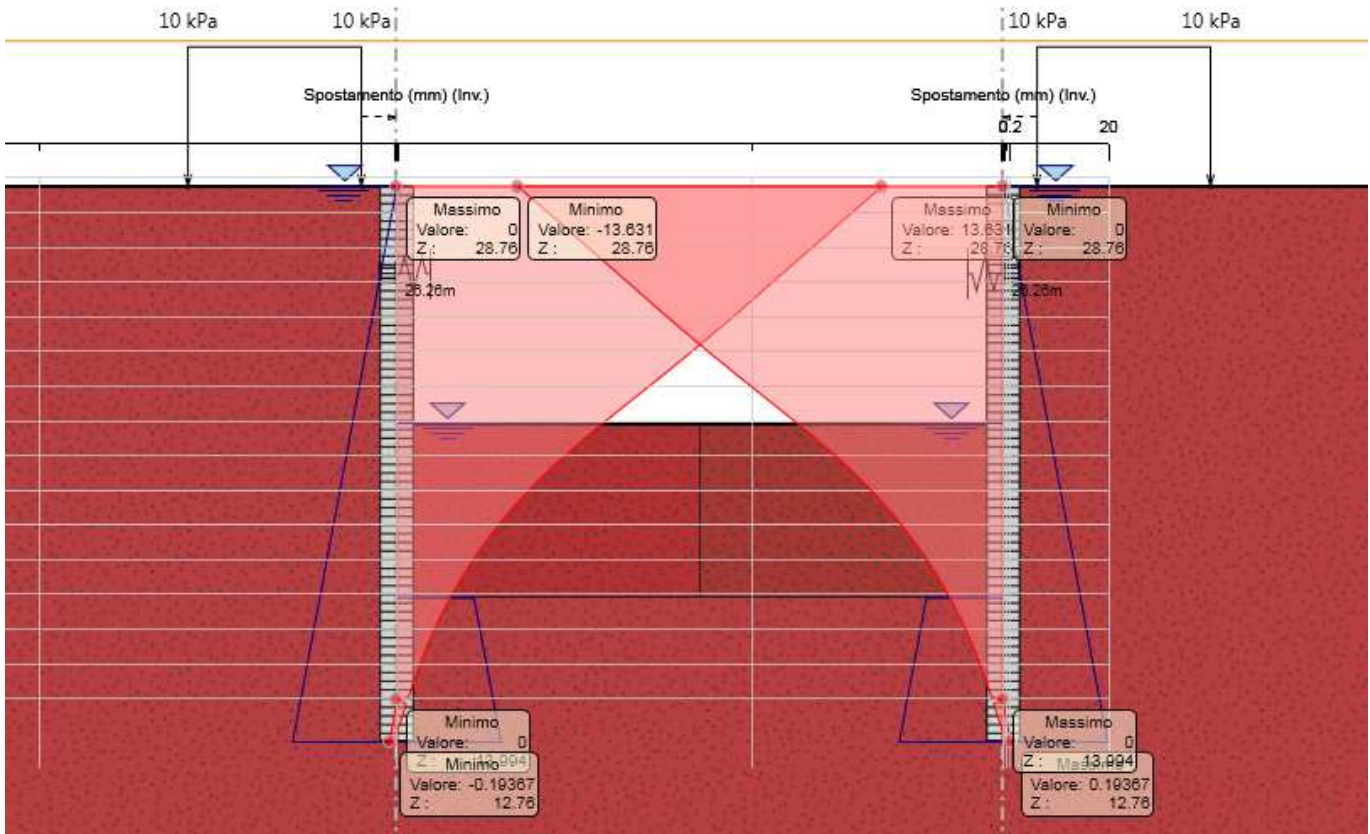
10 RISULTATI E VERIFICHE PARATIA SEZIONE P3

In Allegato sono riportati gli elaborati di calcolo completi del codice “PARATIE PLUS” Versione 17.0 utilizzato per le analisi.

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

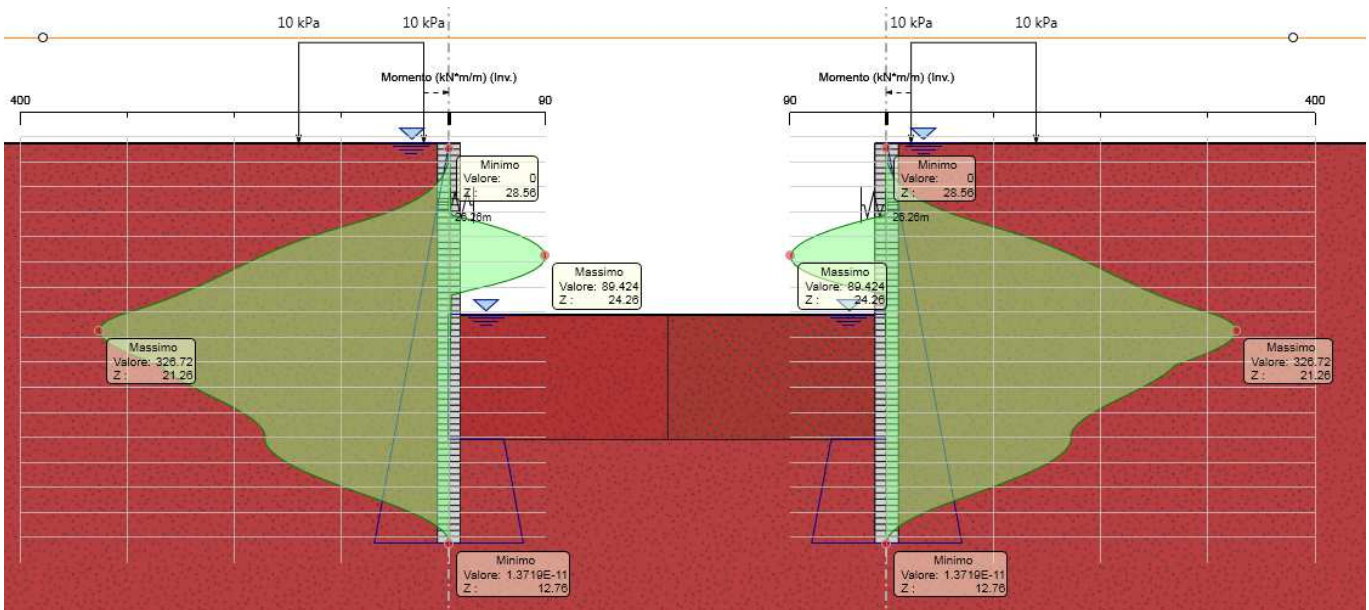
10.1 Risultati e verifiche SLE (combinazione nominal):

Dall’inviluppo degli spostamenti in combinazione nominale si osserva che lo spostamento massimo orizzontale della paratia si ha alla testa del paloe risulta pari a 13.63 mm.

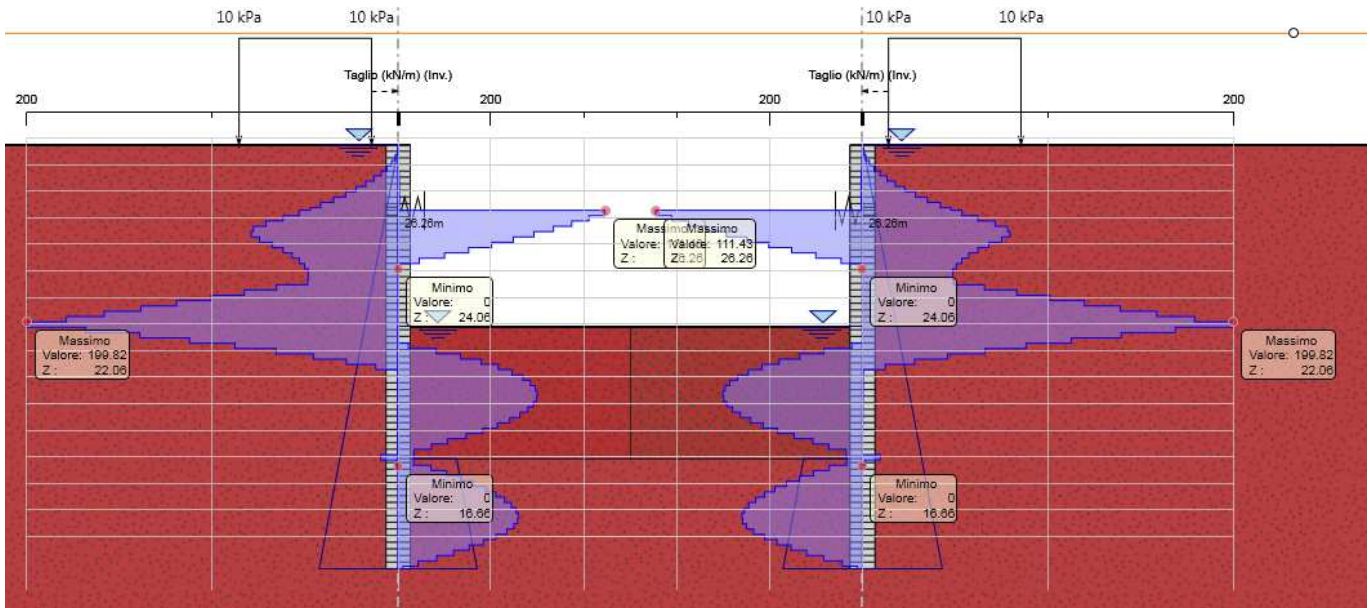


10.2 Risultati e verifiche SLU STR pali (combinazione A1+M1+R1):

Dall’involuppo del momento flettente in combinazione A1+M1+R1 si osserva che il massimo valore sulla paratia si ha a 4.5 metri dalla testa del palo (quota 24.26 mslm) ed è pari a 326.72 kNm/m.



Dall’inviluppo taglio in combinazione A1+M1+R1 si osserva che il massimo valore sulla paratia si ha a 6.7 metri dalla testa del palo (quota di 22.06 mslm) ed è pari a 199.82 kN/m.

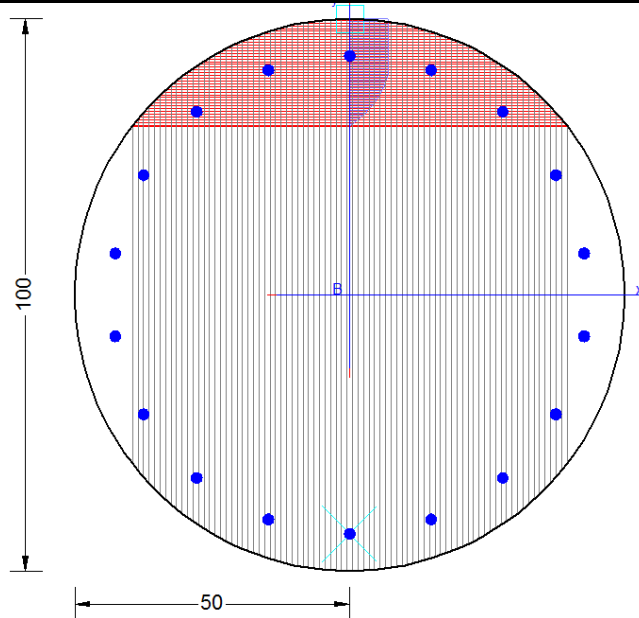


Nella seguente tabella si riassume l’armatura longitudinale e trasversale prevista che risulta essere la stessa per entrambe le pareti in quanto le caratteristiche della sollecitazione risultano essere le medesime.

Armatura longitudinale	Lunghezza gabbia [m]	Armatura prevista
Gabbia 1	10	18Φ20
Gabbia 2	8	18Φ20

Armatura trasversale	Passo [m]	Armatura prevista
Elica	0.20	Φ10
Anello irrigidimento	2	Φ24

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_1

(Percorso File: \\RM1-prod\PJ\10-12507\W\3\09_GET\Lavoro\VI05\IP3-P4\RC-sec\Pali_d_1.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':	0.000 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/cm²
Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 50.0 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 circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonfer. 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	43.3	18	20

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm
Passo staffe: 1000.0 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	452.10	0.00	239.80	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 13.0 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

**U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI
VI05 – Viadotto Fiumara D’Agrò - Relazione di
calcolo opere provvisionali**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02 D 09	CL	VI0503 001	A	46 di 63

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	452.10	0.00	0.00	869.88	0.00	1.924	40.8(11.8)

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	-0.00419	0.0	50.0	0.00230	0.0	43.3	-0.01323	0.0	-43.3

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.
 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	0.000179364	-0.005468209	0.209	0.701

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

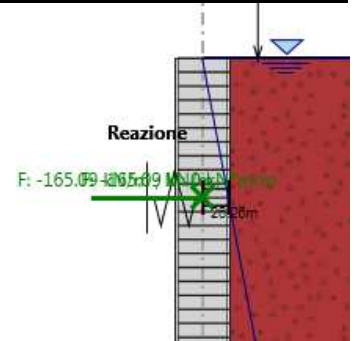
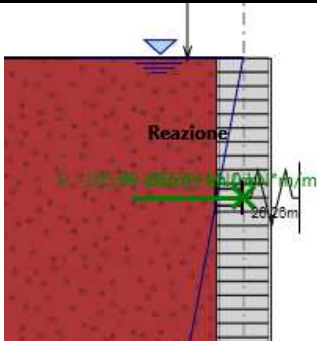
Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vwct Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
 d Altezza utile sezione [cm]
 bw Larghezza minima sezione [cm]
 Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
 Scp Tensione media di compressione nella sezione [Mpa]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	239.80	260.67	84.4	78.7	0.0043	0.00

10.3 Verifica SLU STRU puntone (combinazione A1+M1+R1)

I puntone sono caratterizzati da un profilo circolare cavo 508 sp=25mm.

Tramite il programma di calcolo Paratie Plus è stata valutata la reazione nella molla in combinazione A1+M1+R1.



Tale reazione $F=165.09$ kN viene moltiplicata per l’interasse tra i puntoni $i=5.0$ m.

In tal modo è stato valutato lo sforzo normale agente sul singolo puntone

$$N = F \cdot i = 825.45 \text{ kN}$$

Si è proceduto dunque alla verifica di instabilità del puntone compresso.

Bisogna verificare che:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1.$$

dove $N_{b,Rd}$ è la resistenza all’instabilità nell’asta compressa, data da

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi * A * f_{yk}}{\gamma_{M1}}$$

essendo la sezione di classe 1.

Infatti:

$$\frac{d}{t} = \frac{508}{25} = 20.32 \leq 50\epsilon^2 = 50 * 0.85 = 42.5$$

e come riportato nella tabella sottostante la sezione è di classe 1.

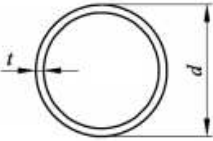
Sezioni tubolari						
						
Classe	Sezione soggetta a flessione e/o compressione					
1	$d/t \leq 50 \varepsilon^2$					
2	$d/t \leq 70 \varepsilon^2$					
3	Nota Per $d/t > 90 \varepsilon^2$ vedere EN 1993-1-6.					
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
	ε^2	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51

Figura 2.3 Tabella 5.2- parte 3 di EN 1993-1-1: rapporti lato/spessore per parti compresse.

I coefficienti χ dipendono dal tipo di sezione e dal tipo di acciaio impiegato; essi si desumono, in funzione di appropriati valori della snellezza adimensionale $\bar{\lambda}$, dalla seguente formula

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1.0$$

dove $\phi = 0.5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2]$, α è il fattore di imperfezione, ricavato dalla Tab 4.2.VI.

La snellezza adimensionale $\bar{\lambda}$ è pari a

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A * f_{yk}}{N_{cr}}}$$

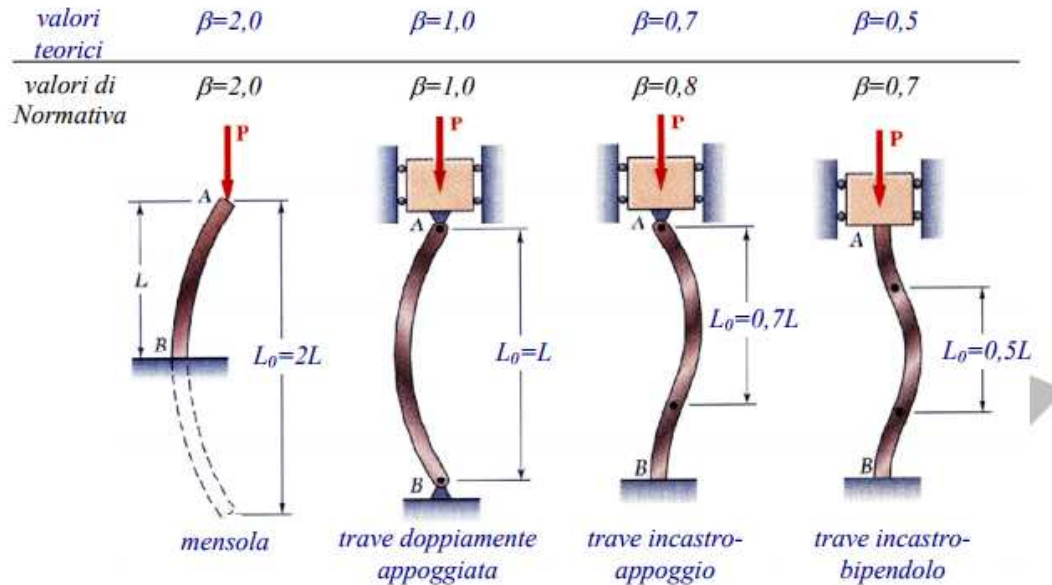
dove $N_{cr} = \frac{\pi^2 * EJ}{L_o^2}$

Nella formulazione precedente

$$E = 210 * 10^9 \frac{N}{m^2}$$

$$J = 0.001109 m^4$$

$$L_o = \beta L = 1 * 12 = 12 m$$



Risulta:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi * A * f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 6139.5kN$$

Dunque essendo $N_{Ed} = 825.45 kN$ la verifica risulta essere soddisfatta.

10.4 Verifica *SLU STRU* trave di ripartizione (combinazione A1+M1+R1)

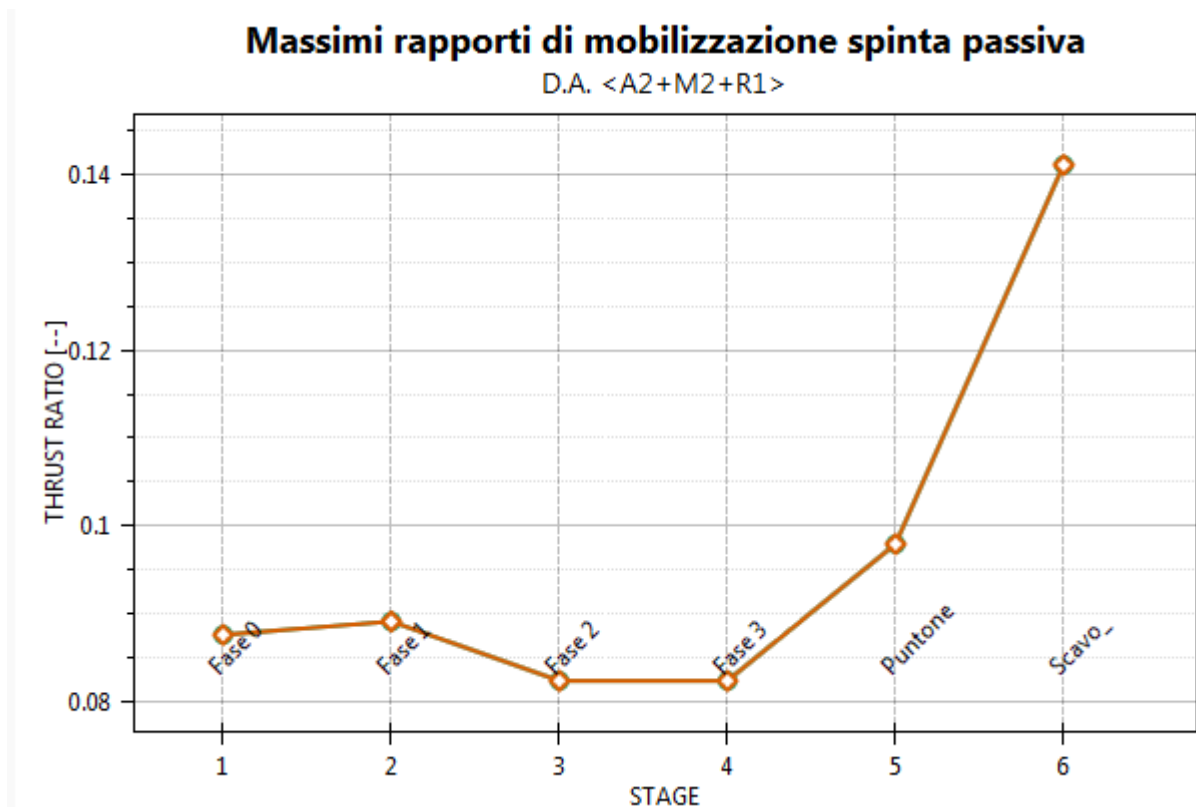
Design Assumption:

Tiranti Puntoni Travi di Ripartizione in Acciaio **Travi di Ripartizione in Calcestruzzo**

Trave di Ripartizione	Connessione	Sezione	Materiale	Passo orizz. (m)	D.A.	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Azione Assiale (kN)	Sfruttamento Momento	Sfruttamento Taglio
Default Waler	Spring	HE 500B	Fe510	5	A1+M1+R1	Puntone	-0.0075884	0	0	0
Default Waler	Spring_New	HE 500B	Fe510	5	A1+M1+R1	Puntone	-0.0075884	0	0	0
Default Waler	Spring	HE 500B	Fe510	5	A1+M1+R1	Scavo_	-165.09	0	0.122	0.142
Default Waler	Spring_New	HE 500B	Fe510	5	A1+M1+R1	Scavo_	-165.09	0	0.122	0.142

10.5 Verifiche *SLU GEO* pali (combinazione A2+M2+R1)

Il massimo rapporto di mobilitazione della spinta passiva è circa il 14%.



10.6 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 considerato che il tappo di jet grouting a fondo scavo faccia da impermeabilizzante. Si assume dunque una distribuzione idrostatica delle pressioni interstiziali a monte e a valle della paratia fino al letto del tappo 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. Le tensioni normali che favoriscono l’attrito tra parete e terreno sono state considerate le pressioni efficaci a fine scavo a valle della paratia:

$$\sigma_{stb,d} = \gamma_{G1} * h_{rock} * \gamma_{rock} + R_{lat} = 94.50 + 54.35 = 148.85 \text{ kPa}$$

$$u_{inst,d} = \gamma_{G1} * u_{(fondo,rock)} = 130.35 \text{ kPa}$$

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

10.7 Incidenza pali

Si valuta l’incidenza del palo e risulta pari a $84 \frac{kg}{m^3}$.

	ϕ (mm)	L (m)	N° Ferri	Peso (kg)
Ferri Long.	20	10	18	443.880
Ferri Long.	20	8	18	355.104
Elica	10	3	80	170.576
Anello	24	3	8	89.247
				1058.807

Volume CLS (m ³)	12.566
INCIDENZA (kg/m³)	84.00

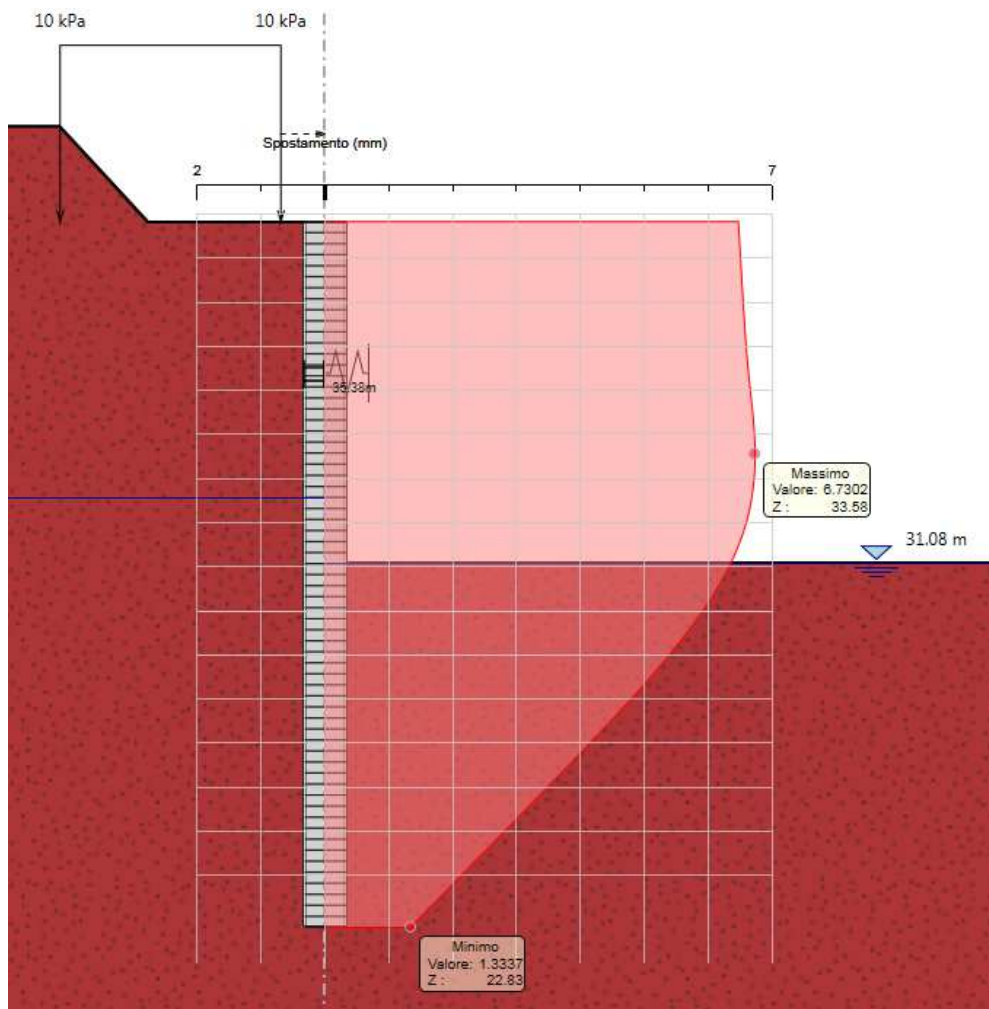
11 RISULTATI E VERIFICHE PARATIA SEZIONE P8

In Allegato sono riportati gli elaborati di calcolo completi del codice “PARATIE PLUS” Versione 17.0 utilizzato per le analisi.

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

11.1 Risultati e verifiche SLE (combinazione nominale):

Dall’involuppo degli spostamenti in combinazione nominale si osserva che lo spostamento massimo orizzontale della paratia si ha alla testa del palo (quota 33.58 mslm) e risulta pari a 6.73 mm.

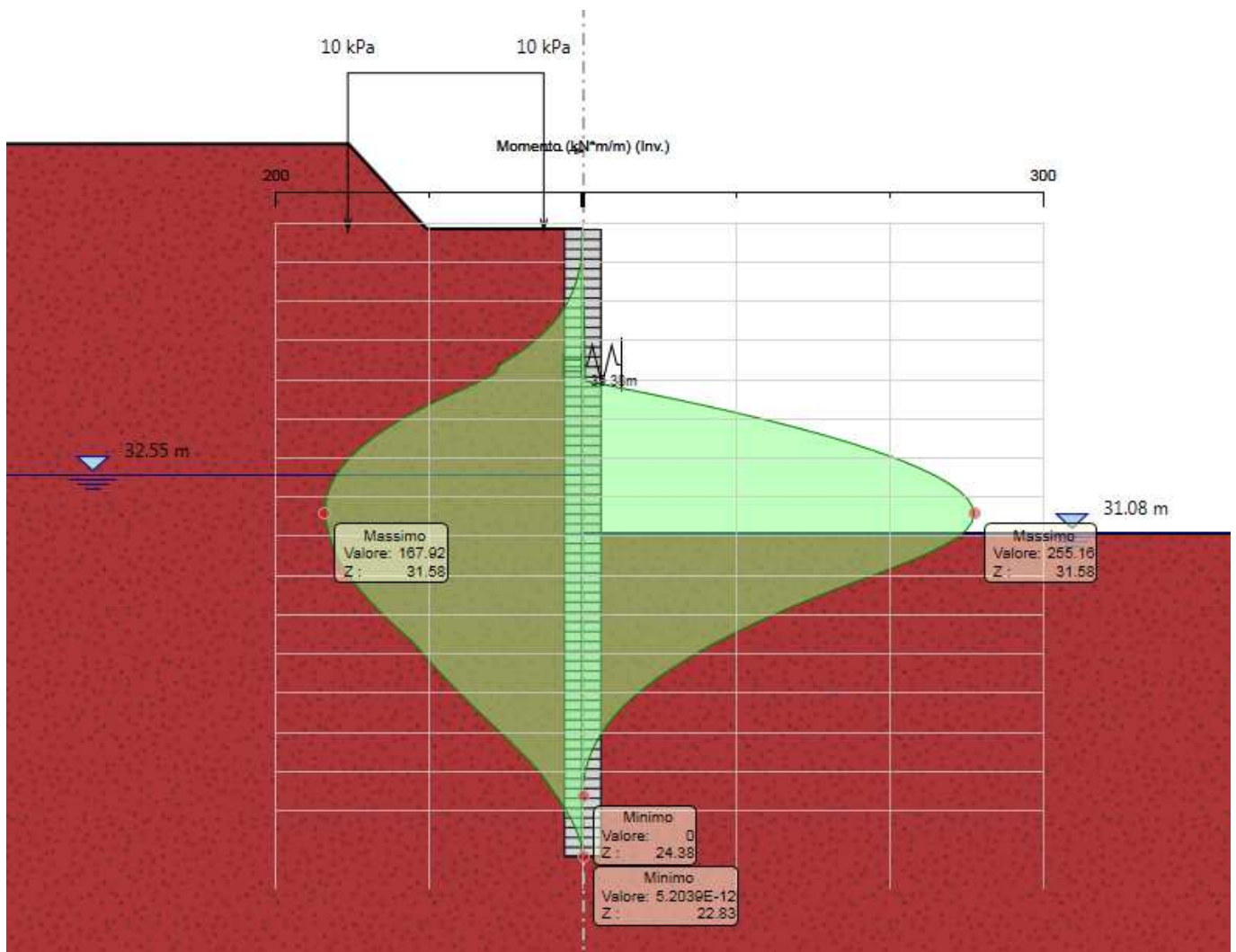


U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI
VI05 – Viadotto Fiumara D’Agrò - Relazione di
calcolo opere provvisionali

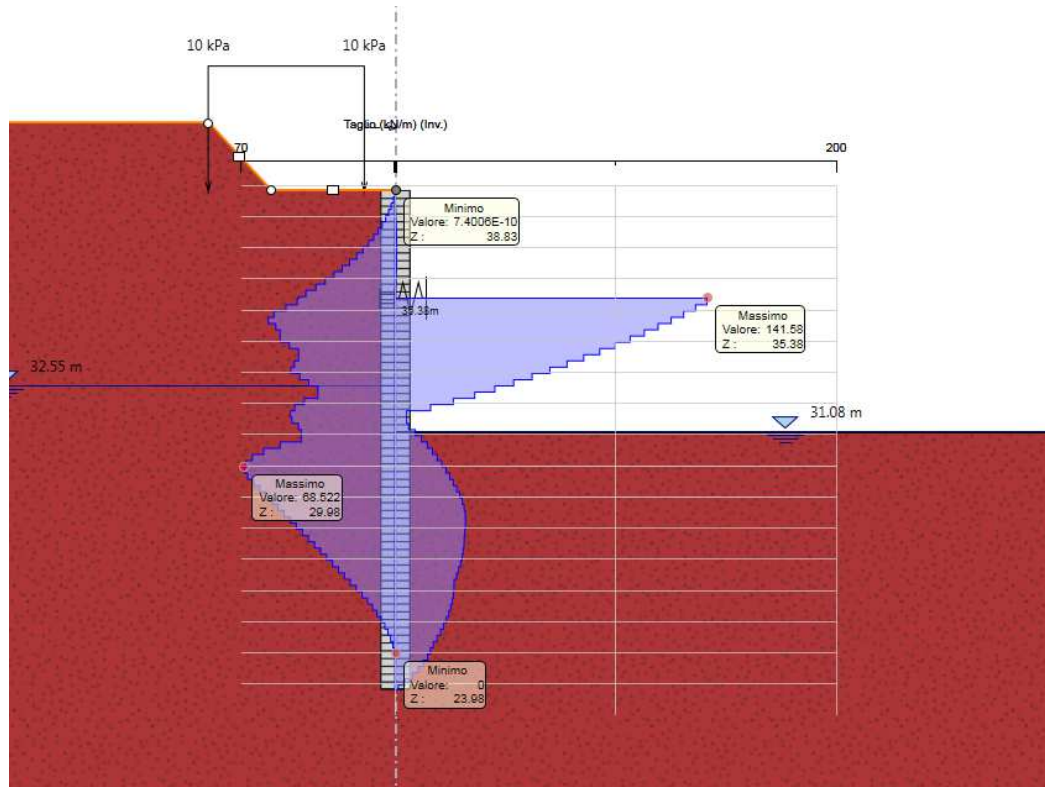
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02 D 09	CL	VI0503 001	A	54 di 63

11.2 Risultati e verifiche SLU STR 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 7.25 metri dalla testa del palo (quota 31.58 mslm).



Dall’involuppo taglio in combinazione A1+M1+R1 si osserva che il massimo valore sulla paratia si ha ad a 3.45 metri dalla testa del palo (quota di 35.38 mslm).

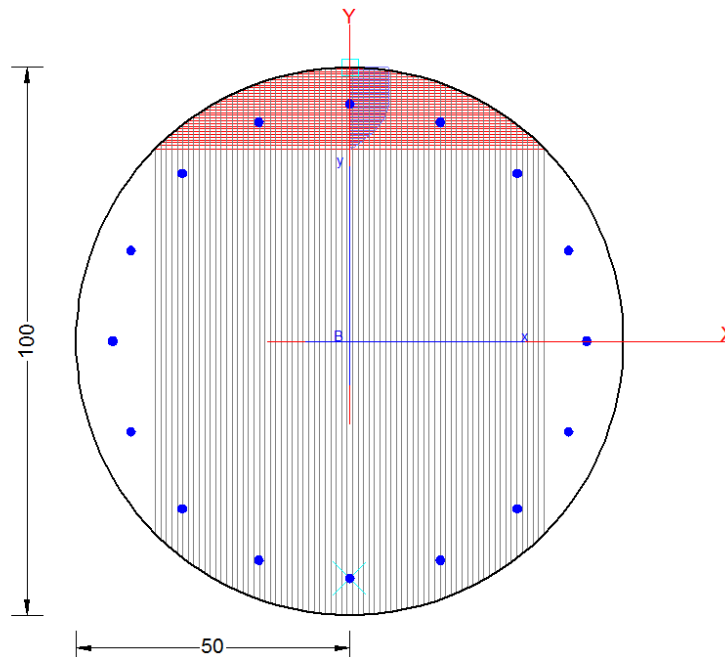


Nella seguente tabella si riassume l’armatura longitudinale e trasversale prevista che risulta essere la stessa per entrambe le pareti in quanto le caratteristiche della sollecitazione risultano essere le medesime.

Armatura longitudinale	Lunghezza gabbia [m]	Armatura prevista
Gabbia 1	9	16Φ16
Gabbia 2	9	16Φ16

Armatura trasversale	Passo [m]	Armatura prevista
Elica	0.25	64Φ8
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_1

(Percorso File: \\RM1-prod\PJ\10-12507\W3\109-GET\CLA\Revisioni\VI05\IP8\RC-sec\Pali_d_1.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':	0.000 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

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI
VI05 – Viadotto Fiumara D’Agrò - Relazione di
calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02 D 09	CL	VI0503 001	A	57 di 63

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.: 50.0 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	43.3	16	16

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm
Passo staffe: 1000.0 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	306.00	0.00	170.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI
VI05 – Viadotto Fiumara D’Agrò - Relazione di
calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02 D 09	CL	VI0503 001	A	58 di 63

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 15.3 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	306.00	0.00	0.00	521.05	0.00	1.703	26.1(11.8)

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	-0.00651	0.0	50.0	0.00194	0.0	43.3	-0.01828	0.0	-43.3

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.
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	0.000233468	-0.008173375	0.161	0.700

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
d Altezza utile sezione [cm]
bw Larghezza minima sezione [cm]
Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp Tensione media di compressione nella sezione [Mpa]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	170.00	195.74	86.4	71.3	0.0023	0.00

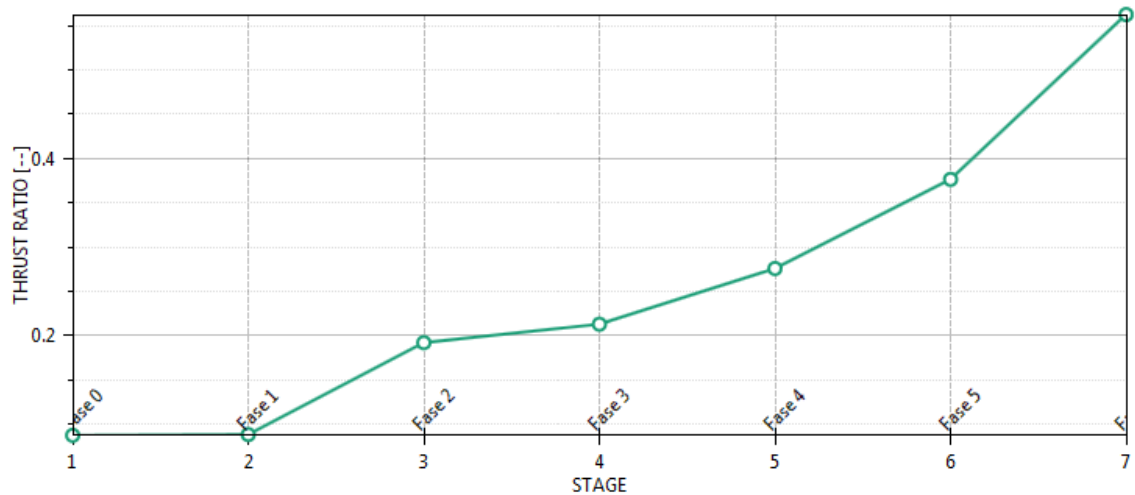
11.3 Verifiche *SLU GEO* pali (combinazione A2+M2+R1)

Il massimo rapporto di mobilitazione della spinta passiva è circa il 6%.

Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva

D.A. <A2+M2+R1>

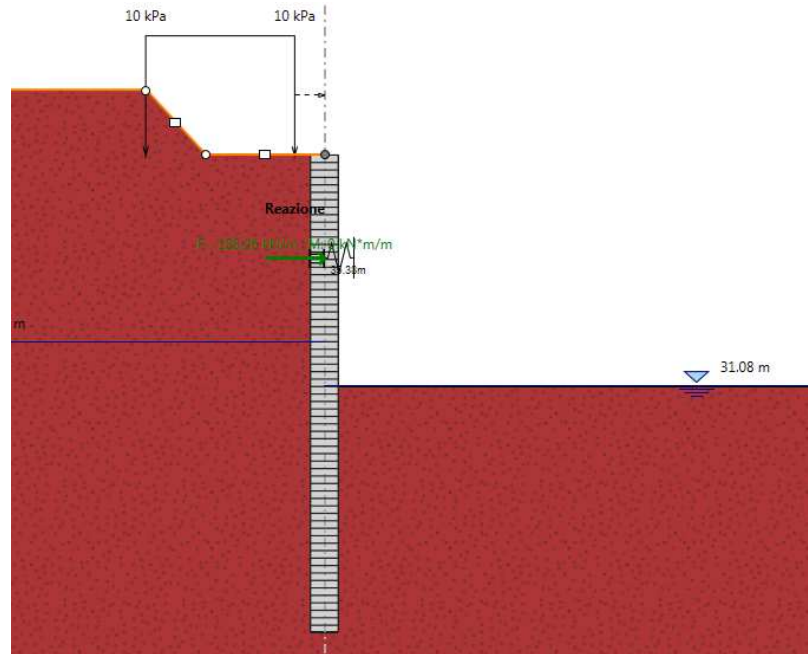
Wall <Left Wall>



11.4 Verifica *SLU STRU* puntone (combinazione A1+M1+R1)

I puntone sono caratterizzati da un profilo circolare cavo 508 sp=25mm.

Tramite il programma di calcolo Paratie Plus è stata valutata la reazione nella molla in combinazione A1+M1+R1.



Tale reazione $F=188.26$ kN viene moltiplicata per l'interasse tra i puntoni $i=7.5$ m.
In tal modo è stato valutato lo sforzo normale agente sul singolo puntone

$$N = F \cdot i = 1411.95 \text{ kN}$$

Si è proceduto dunque alla verifica di instabilità del puntone compresso.
Bisogna verificare che:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1.$$

dove $N_{b,Rd}$ è la resistenza all'instabilità nell'asta compressa, data da

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi * A * f_{yk}}{\gamma_{M1}}$$

essendo la sezione di classe 1.

Infatti:

$$\frac{d}{t} = \frac{508}{25} = 20.32 \leq 50\epsilon^2 = 50 * 0.85 = 42.5$$

e come riportato nella tabella sottostante la sezione è di classe 1.

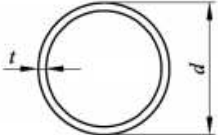
Sezioni tubolari						
						
Classe	Sezione soggetta a flessione e/o compressione					
1	$d/t \leq 50 \varepsilon^2$					
2	$d/t \leq 70 \varepsilon^2$					
3	$d/t \leq 90 \varepsilon^2$					
	Nota	Per $d/t > 90 \varepsilon^2$ vedere EN 1993-1-6.				
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
	ε^2	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51

Figura 2.3 Tabella 5.2- parte 3 di EN 1993-1-1: rapporti lato/spessore per parti compresse.

I coefficienti χ dipendono dal tipo di sezione e dal tipo di acciaio impiegato; essi si desumono, in funzione di appropriati valori della snellezza adimensionale $\bar{\lambda}$, dalla seguente formula

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1.0$$

dove $\phi = 0.5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2]$, α è il fattore di imperfezione, ricavato dalla Tab 4.2.VI.

La snellezza adimensionale $\bar{\lambda}$ è pari a

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A * f_{yk}}{N_{cr}}}$$

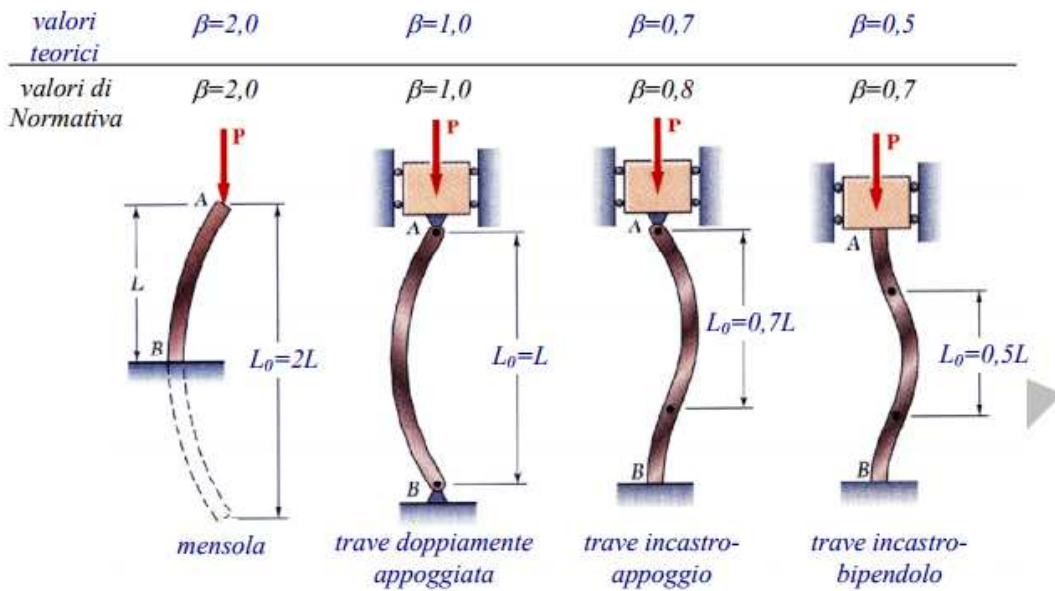
dove $N_{cr} = \frac{\pi^2 * EJ}{L_o^2}$

Nella formulazione precedente

$$E = 210 * 10^9 \frac{N}{m^2}$$

$$J = 0.001109 m^4$$

$$L_o = \beta L = 1 * 12 = 12 m$$



Risulta:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi * A * f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 7169 \text{ kN}$$

Dunque essendo $N_{Ed} = 1411.95 \text{ kN}$ la verifica risulta essere soddisfatta.

11.5 Verifica *SLU STRU* trave di ripartizione (combinazione A1+M1+R1)

Trave di Ripartizione	Connessione	Sezione	Materiale	Passo orizz. (m)	D.A.	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Azione Assiale (kN)	Sfruttamento Momento	Sfruttamento Taglio	Instabilità
Default Waler	Spring	HE 500B	Fe510	7.5	A1+M1+R1	Fase 3	-20.84	0	0.035	0.027	0
Default Waler	Spring	HE 500B	Fe510	7.5	A1+M1+R1	Fase 4	-62.122	0	0.104	0.08	0
Default Waler	Spring	HE 500B	Fe510	7.5	A1+M1+R1	Fase 5	-115.27	0	0.192	0.148	0
Default Waler	Spring	HE 500B	Fe510	7.5	A1+M1+R1	Fase 6	-188.26	0	0.314	0.242	0

11.6 Incidenza pali

Si valuta l’incidenza del palo e risulta pari a $50 \frac{kg}{m^3}$.

	ϕ (mm)	L (m)	N° Ferri	Peso (kg)
Ferri Long.	16	9	16	227.232
Ferri Long.	16	9	16	227.232
Elica	8	3	64	87.362
Anello	24	3	8	89.247

631.072 **TOT**

Volume CLS (m³)	12.566
INCIDENZA (kg/m³)	50.00