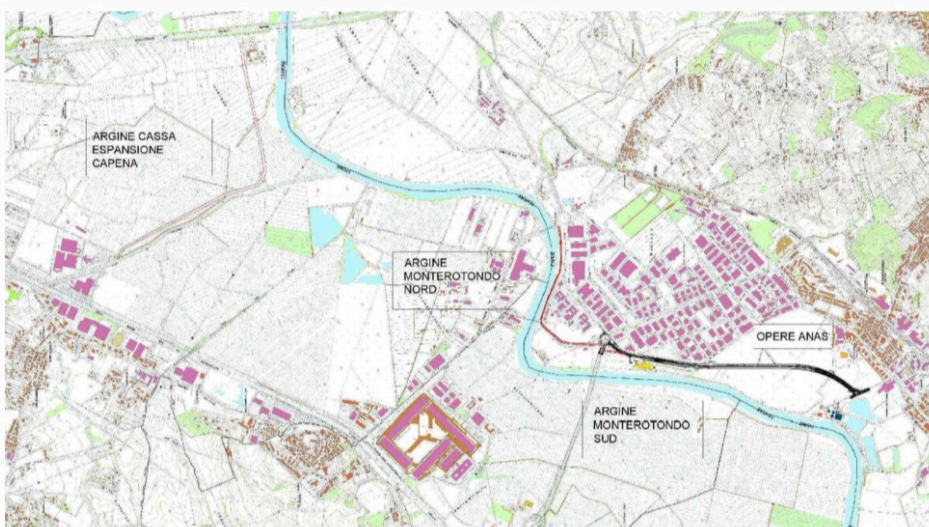




REGIONE LAZIO

**D.L. 24 GIUGNO 2014, N.91 - ACCORDO DI PROGRAMMA FINALIZZATO ALLA
PROGRAMMAZIONE ED AL FINANZIAMENTO DI INTERVENTI URGENTI E PRIORITARI
PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO
IL SOGGETTO ATTUATORE DELEGATO (D.P.R.L. T00191 DEL 20.09.2023)**

Intervento n. 34 - Lavori di messa in sicurezza della Media Valle del Tevere , a
salvaguardia della Città di Roma, 1° Stralcio - Lotto 2. CUP F92B17002430003



Descrizione	Versione	Redatto	Controllato	Approvato
PERIZIA DI VARIANTE	GIUGNO 2025	Ing. Raffaele ABBATE	Ing. Mariangela FRANCO	Ing. Mariangela FRANCO
Revisioni	SETTEMBRE 2025	Ing. Raffaele ABBATE	Ing. Mariangela FRANCO	Ing. Mariangela FRANCO
	OTTOBRE 2025	Ing. Raffaele ABBATE	Ing. Mariangela FRANCO	Ing. Mariangela FRANCO
	NOVEMBRE 2025	Ing. Raffaele ABBATE	Ing. Mariangela FRANCO	Ing. Mariangela FRANCO

Descrizione elaborato	
RELAZIONE DI CALCOLO PARATIA	Scala
	Elaborato N° PV - 08
Il Direttore dei Lavori: Dott. Ing. Mariangela Franco	Il Soggetto Attuatore Delegato: Dott. Ing. Luca Marta
Supporto redazione elaborati specialistici: AT PROGETTI Società tra Professionisti Ing. Raffaele ABBATE ABBATE RAFFAELE SEZIONE A SETTORE CIVILE E AMBIENTALE 19028	Il Responsabile Unico del Procedimento: Dott. Ing. Antonio Battagliano
	 I.CO.P. S.p.A. Società Benefit Via Silvio Pellico, 2 33031 Basiliano (UD) Italia Tel +39 0432 838611 Fax +39 0432 838681 info@icop.it - www.icop.it
	 Cap.Soc. 25.000.000,00 i.v. C.F. e P.iva 00298880303 Reg. Impr. Udine 00298880303 R.E.A. 131947 Udine ISO 9001 ISO 14001 ISO 37001 ISO 39001 ISO 45001 SA 8000

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

1. Premessa.

La presente relazione specialistica è finalizzata alla definizione e alla verifica del dimensionamento di un tratto di argine su una paratia in pali secanti, ricompreso nella Perizia di Variante relativa agli interventi di “Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere, a salvaguardia della sicurezza idraulica della Città di Roma – I Lotto, 2° Stralcio”, riferito al Lotto Monterotondo – Argine Nord. Il progetto e le verifiche sono stati redatti in conformità alle disposizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e alla relativa Circolare esplicativa n. 7 del 21 gennaio 2019, con particolare riferimento ai Capitoli 6 (Geotecnica) e 7 (Progettazione strutturale), nonché agli Eurocodici (EN 1997-1 e EN 1997-2) per quanto compatibili con la normativa nazionale. La redazione della presente Perizia di Variante è conforme a quanto previsto dall'art106 c.2 e c.12 del D. Lgs.50/2016 (Codice dei Contratti Pubblici), che disciplina le condizioni, i limiti e le modalità di ammissibilità delle varianti in corso d'opera negli appalti pubblici.

2. Descrizione dell'intervento.

Il tratto di argine oggetto della presente Perizia di Variante è compreso tra le sezioni 20 bis e 39, come individuato nella tavola PE-RI-T01 denominata “Argine di Monterotondo – Planimetria di progetto”. Di seguito si riporta un estratto della planimetria allegata al progetto esecutivo, contenente l'inquadramento del tratto interessato.

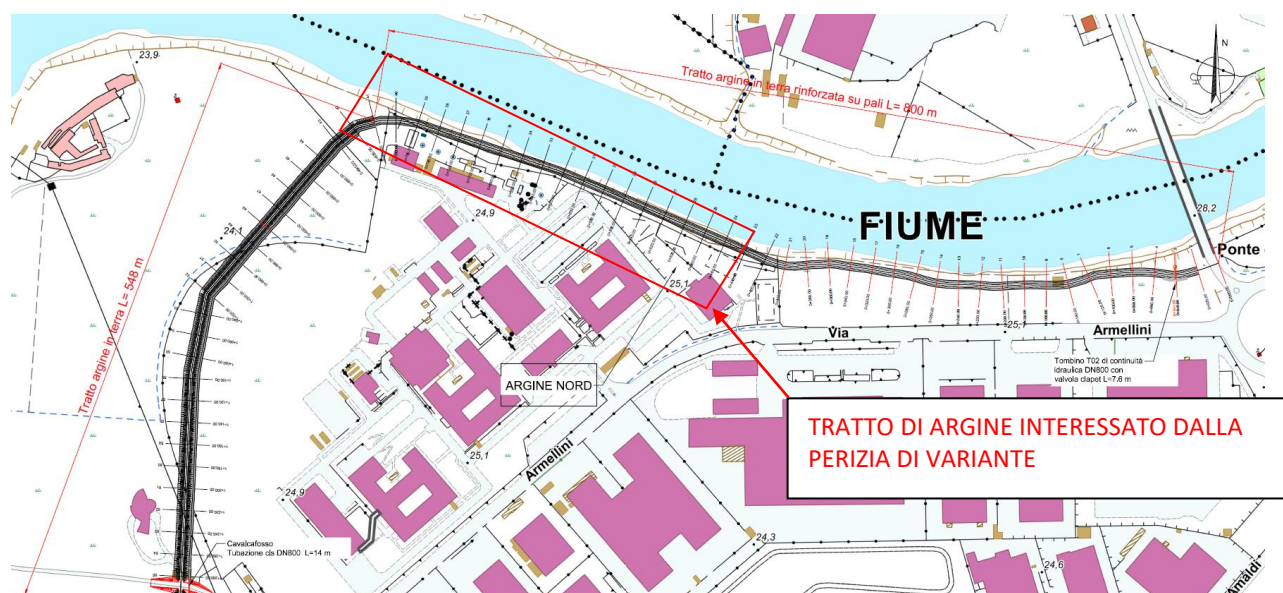


Fig. 1 – Estratto planimetrico di progetto con individuazione del tratto interessato dalla perizia di variante

L'intervento oggetto della presente **Perizia di Variante** consiste nella realizzazione di una **paratia in pali** della lunghezza complessiva di **375 metri**, suddivisa in **tre sottotratti**, ciascuno caratterizzato da una specifica configurazione geometrica e da una **protezione sponale in massi ciclopici**, finalizzata a contrastare i fenomeni di **erosione al piede dell'argine**.

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

In corrispondenza della **sommità della paratia** è prevista inoltre la realizzazione di un **argine in terra rinforzata con paramento in gabbioni**, avente la medesima estensione longitudinale e un'altezza media pari a **2,00 metri**.

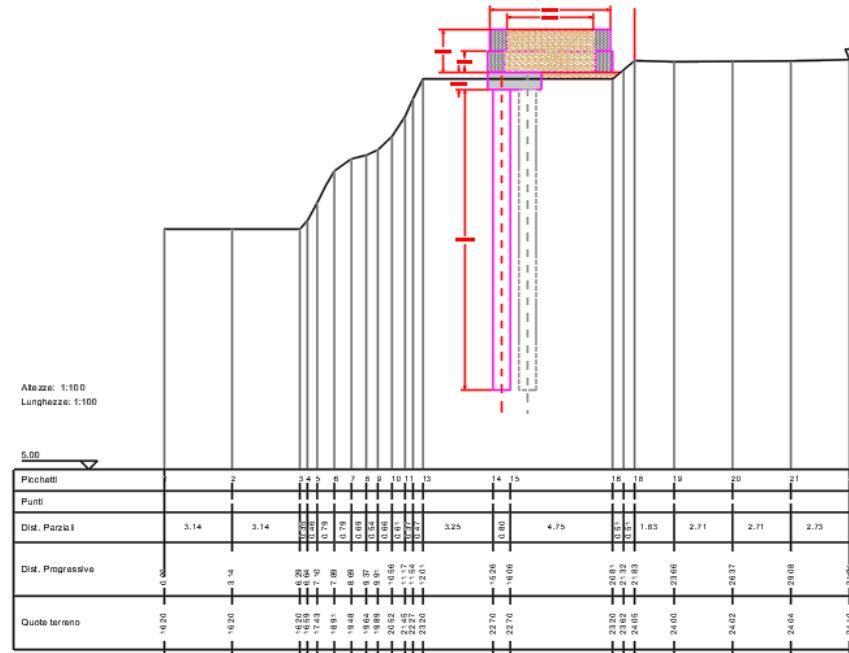


Fig. 2 – Sezione tipo intervento

- Paratia di pali

La paratia realizzata mediante pali trivellati del diametro Ø800 mm si sviluppa per una lunghezza complessiva di 375 m, articolata in tre sottotratti distinti. La suddivisione è stata definita al fine di ottimizzare l'inserimento delle opere rispetto alle condizioni morfologiche e geometriche del sito, adottando soluzioni progettuali specifiche per ciascun tratto. In particolare, i sottotratti, denominati Tratto I, Tratto II e Tratto III, presentano lunghezze rispettive pari a 122,60 m, 154,70 m e 97,60 m.

➤ TRATTO I:

Il tratto in esame prevede la realizzazione di una **paratia a fila unica di pali trivellati**, del diametro di **Ø800 mm** e lunghezza **8 m**.

• Fila:

- Pali con **interasse di 1,30 m**.
- Alternanza di pali armati e **pali plastici non armati** del diametro di **Ø800 mm** e lunghezza **4 m**, questi ultimi inseriti per ottenere una **paratia di pali secanti**.

La sommità della paratia sarà completata da una trave di coronamento in calcestruzzo armato, con dimensioni pari a **1,30 × 0,80 m** (larghezza × altezza) , che solidarizzerà l'intero sistema.

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

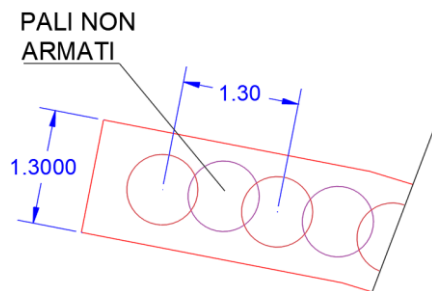


Fig. 5 – Estratto pianta del tratto I

➤ TRATTO II:

Il tratto in esame prevede la realizzazione di una **paratia a doppia fila di pali trivellati**, del diametro di **Ø800 mm** e lunghezza **11,50 m**.

Le due file di pali sono disposte con un **interasse trasversale di 1,20 m**.

• **Fila di valle:**

- Pali con **interasse di 1,30 m**.
- Alternanza di pali armati e **pali plastici non armati** del diametro di **Ø800 mm** e lunghezza **4 m**, questi ultimi inseriti per ottenere una **paratia di pali secanti**.

• **Fila di monte:**

- Pali con **interasse di 7,80 m**.

La sommità della paratia sarà completata da una **trave di coronamento in calcestruzzo armato**, con dimensioni variabili pari a **2,50 × 0,80 m** e **1,30 × 0,80 m** (larghezza × altezza) , che solidarizzerà l'intero sistema.

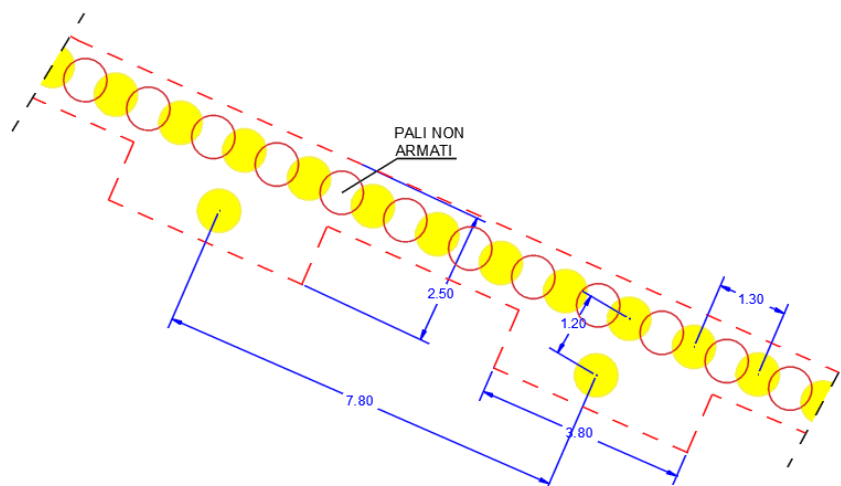


Fig. 4 – Estratto pianta del tratto II

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

➤ TRATTO III:

Il tratto in esame prevede la realizzazione di una **paratia a doppia fila di pali trivellati**, del diametro di **Ø800 mm** e lunghezza **11,50 m**.

Le due file di pali sono disposte con un **interasse trasversale di 1,20 m**.

• Fila di valle:

- Pali con **interasse di 1,30 m**.
- Alternanza di pali armati e **pali plastici non armati** del diametro di **Ø800 mm** e lunghezza **4 m**, questi ultimi inseriti per ottenere una **paratia di pali secanti**.

• Fila di monte:

- Pali con **interasse di 2,60 m**.

La sommità della paratia sarà completata da una **trave di coronamento in calcestruzzo armato**, con dimensioni **2,50 × 0,80 m** (larghezza × altezza), che solidarizzerà l'intero sistema.

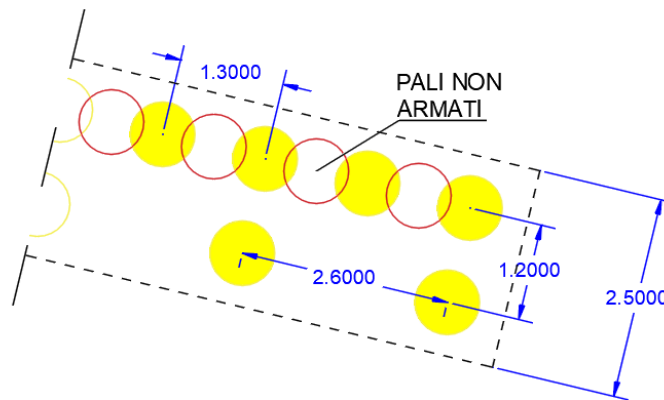


Fig. 3 – Estratto pianta del tratto III

3. Fasi della realizzazione dei pali secanti

La realizzazione dei pali secanti è un processo che richiede precisione e una sequenza di fasi ben definite per garantire la stabilità e l'efficacia della barriera che questi pali devono formare. La sequenza delle fasi è strutturata per consentire la costruzione di una fondazione profonda continua e stabile, composta da pali primari e pali secondari, che si intersecano tra loro.

A. Preparazione del cantiere

- Realizzazione e livellamento del piano di imposta della paratia;
- Verifica interferenze con sottoservizi o strutture esistenti.

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

B. Realizzazione del cordolo guida

- Il **cordolo guida** è una struttura provvisoria in calcestruzzo armato, **realizzata a cavallo dell'asse della paratia**.
- Serve per **guidare la posizione dei pali** e mantenere l'interasse e la verticalità durante la perforazione.
- Si realizzano **fori di guida** nel cordolo, in corrispondenza dei pali, con diametro leggermente superiore a quello della batteria di perforazione.

➤ **Calcolo Cordolo Guida per Pali Secanti**

Il cordolo guida è realizzato in calcestruzzo armato con funzione di garantire l'allineamento e la stabilità dei pali secanti durante la fase di perforazione. La struttura deve sopportare i carichi delle attrezzature e mantenere la precisione geometrica.

- **Dati di progetto**
- Larghezza cordolo: 0,35 m
- Altezza cordolo: 0,60 m
- Materiale calcestruzzo: C25/30
- Acciaio: B450C
- Copriferro: 40 mm Interasse pali: 1,30 m Diametro pali: Ø800 mm Diametro foro guida: 1,00 m
- Carico macchina: 10 kN (concentrato) Interasse appoggi cordolo: 3 m

Calcolo momento flettente massimo:

- $M_{max} = (P * L) / 4 = (10 \text{ kN} * 3 \text{ m}) / 4 = 7,5 \text{ kNm}$
- **Calcolo armatura:**
- Distanza utile $d = 0,60 \text{ m} - 0,04 \text{ m (copriferro)} = 0,56 \text{ m}$
- Resistenza acciaio $f_{yd} = 450 \text{ MPa} / 1,15 = 391,3 \text{ MPa}$
- Armatura minima $A_s = M_{max} * 10^6 / (0,9 * d * f_{yd}) = 33,5 \text{ mm}^2$
- **Schema armatura**
- Armatura inferiore e superiore: 2 Ø12 mm
- Staffe Ø8 mm ogni 15 cm per contenimento
- **Fori guida:**
- Diametro foro: 1,00 m (diametro palo + 20 cm)

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

- Realizzati tramite casseri a perdere o tubi in PVC rigido o polistirolo
- Posizionati lungo la linea di cordolo con passo 1,30 m

C. Esecuzione dei pali primari (pali plastici)

- I **pali primari**, detti anche **pali plastici o non armati**, vengono realizzati per primi e hanno funzione prevalentemente **impermeabilizzante** o di **riempimento** tra quelli portanti.
- La perforazione avviene con **tecniche a rotazione**.
- Al termine dello scavo, si getta una **miscela cementizia con bentonite**, senza gabbia di armatura.
- Si lascia il tempo necessario alla **presa iniziale** (tra 7 gg – 10 gg), ma non alla completa maturazione, per facilitare la penetrazione parziale durante l'esecuzione dei pali secondari.

- **Caratteristiche della miscela del palo plastico**

- **Consistenza:** fluida o semifluida (slump > 220 mm)
- **Permeabilità:** < 10^{-7} cm/s (molto bassa)
- **Resistenza a compressione** (a 28 gg): 1,5 – 2,0 MPa (bassa resistenza, sufficiente per la stabilità del palo)
- **Peso specifico:** 1.5 – 1.8 t/m³

- **Dosaggio tipo – Miscela cementizia con bentonite per pali plastici**

Componente	Quantità (kg/m ³)	Funzione
Cemento (CEM II/B-LL 32,5 R o simile)	250 – 350 kg	Legante idraulico
Bentonite sodica pre-idratata	30 – 60 kg	Impermeabilità e stabilità del fluido
Acqua	500 – 650 kg	Idratazione e lavorabilità

Parametri tipici ottenibili con questa miscela

Proprietà	Valore indicativo
Slump	≥ 220 mm (fluida)
Resistenza a compressione	1.5 – 2 MPa a 28 gg
Permeabilità	< 1×10^{-7} cm/s
Densità fresca	1.5 – 1.7 t/m ³

D. Esecuzione dei pali secondari (armati)

- I **pali secondari** vengono realizzati tagliando parzialmente i due pali primari adiacenti, **garantendo una** secante continua e strutturalmente efficace.

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

- **Inserimento di gabbia di armatura.**
- **Getto di calcestruzzo strutturale.**
- **Il passo esecutivo tra i pali armati, pari a 1,30 m, garantisce una copertura sufficiente per la secanza e la stabilità della parete.**

E. Esecuzione della trave di coronamento**4. Parametri geotecnici**

La stratigrafia e i parametri geotecnici di calcolo sono desunti dal documento “Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio - Progetto esecutivo – PE-GG-PE -R04: Relazione geotecnica”, allegato al progetto.

In particolare, interagenti con le opere, sono presenti le seguenti unità litologiche:

- Sabbia limosa: terreno costituito da limi sabbiosi e sabbie con limo, comportamento maggiormente granulare a bassa consistenza.
- Limo: terreno a caratteristiche granulometriche molto variabili: partendo da argille con limi si passa a limi con argilla da debolmente sabbiosi a comportamento maggiormente coesivo;

Unità geotecnica	γ [kN/,m3]	c_k' [kPa]	ϕ_k' [°]	E [Mpa]
Sabbia limosa	18,3	5	26	10
Limo	19,9	10	24	8,6

dove:

γ : peso per unità di volume;

c_k' : valore caratteristico della coesione efficace;

ϕ_k' : valore caratteristico dell'angolo di attrito efficace;

E : modulo di rigidezza.

5. Modello strutturale

Le verifiche sono state condotte con il software di calcolo SPW della soc. GeoStru. Il software SPW permette di effettuare analisi con il metodo dell'equilibrio limite (L.E.M) e con il metodo degli elementi finiti (F.E.M). Il primo generalmente può essere utilizzato per effettuare un calcolo semplificato,

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

effettuando così un semiprogetto della paratia e definendo le caratteristiche principali (profondità di infissione, diametro, ecc.). Tale calcolo considera solo l'aspetto statico del problema trascurando l'effettiva deformabilità del terreno. Dunque, il calcolo risulta indipendente dallo stato deformativo del complesso terreno-struttura. Al contrario, utilizzando il metodo F.E.M. è possibile eseguire sia analisi lineari che non lineari, tenendo in conto sia dell'aspetto statico che dell'aspetto cinematico. Dunque, si tiene conto dell'effettiva interazione terreno-struttura e in questo modo il calcolo risulta più preciso e congruo con il reale comportamento delle opere.

L'opera di sostegno è stata modellata in tre sezioni di riferimento:

- sezione A relativa al tratto III - (Vedi paragrafo descrizione intervento);
- sezione B relativa al tratto II (Vedi paragrafo descrizione intervento);
- sezione C relativa al tratto I (Vedi paragrafo descrizione intervento);

Ai fini della modellazione numerica, considerata la configurazione a doppia fila di pali con interassi differenti tra la fila di monte e quella di valle (sez. A e sez. B), si è adottata la definizione di un interasse equivalente. Tale valore è stato determinato al fine di garantire l'equivalenza meccanica del sistema rispetto alla configurazione geometrica reale, assicurando una rigidità longitudinale distribuita in modo uniforme lungo lo sviluppo della paratia. L'introduzione dell'interasse equivalente costituisce una semplificazione modellistica che consente di rappresentare in maniera omogenea il comportamento globale dell'opera, pur mantenendo coerenza con le disomogeneità geometriche in fase di realizzazione.

Sezione B relativa al tratto II

Diametro pali D	-----	800 mm = 0,80 m
Interasse tra le due file	-----	120 cm = 1,20 m
Interasse fila di valle S_v	-----	130 cm = 1,30 m
Interasse fila di monte S_m	-----	780 cm = 7,80 m
Altezza dello scavo	-----	190 cm = 1,90

1. **L'interasse medio** è definito come la media aritmetica dei due interassi delle file:

$$s_{medio} = \frac{s_v + s_m}{2} = \frac{1,30 + 7,80}{2} = \frac{9,10}{2} = \boxed{4,55 \text{ m}}$$

2. **Area equivalente per metro lineare** A_{eq}

L'area della sezione di un palo è:

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

$$A_p = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \cdot (0,80)^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,64}{4} \approx 0,503 \text{ m}^2$$

L'area equivalente per metro lineare è:

$$A_{eq} = \frac{A_p}{s_v} + \frac{A_p}{s_m} = 0,503 \left(\frac{1}{1,30} + \frac{1}{7,80} \right)$$

$$A_{eq} = 0,503 \cdot (0,7692 + 0,1282) = 0,503 \cdot 0,8974 \approx \boxed{0,451 \text{ m}^2/\text{m}}$$

A vantaggio di sicurezza si considerando l'interasse medio **4,55 m** è definito come la media aritmetica dei due interassi

$$A_{eq} = 2 \cdot \frac{A_p}{s} = 2 \cdot \frac{0,503}{4,55} \approx 2 \cdot 0,1105 = \boxed{0,221 \text{ m}^2/\text{m}}$$

3. Momento di inerzia equivalente per metro lineare I_{eq}

Il momento di inerzia della sezione di un singolo palo rispetto al proprio asse:

$$I_p = \frac{\pi D^4}{64} = \frac{\pi \cdot (0,80)^4}{64} \approx 0,0201 \text{ m}^4$$

Distanza tra l'asse di ogni fila e l'asse equivalente centrale:

$$d = \frac{1,20}{2} = 0,60 \text{ m}$$

Usando il teorema di Huygens–Steiner per sommare i contributi delle due file:

Fila di valle:

$$I_v = \frac{I_p}{s_v} + \frac{A_p \cdot d^2}{s_v} = \frac{0,0201}{1,30} + \frac{0,503 \cdot (0,60)^2}{1,30} = 0,01546 + 0,13933 = 0,1548 \text{ m}^4/\text{m}$$

Fila di monte:

$$I_m = \frac{I_p}{s_m} + \frac{A_p \cdot d^2}{s_m} = \frac{0,0201}{7,80} + \frac{0,503 \cdot (0,60)^2}{7,80} = 0,00258 + 0,02318 = 0,0258 \text{ m}^4/\text{m}$$

Totale:

$$I_{eq} = I_v + I_m = 0,1548 + 0,0258 = \boxed{0,1806 \text{ m}^4/\text{m}}$$

A vantaggio di sicurezza si considerando l'interasse medio **4,55 m** è definito come la media aritmetica dei due interassi per ogni fila si ha:

$$I_{fila} = \frac{I_p}{s} + \frac{A_p \cdot d^2}{s} = \frac{0,0201}{4,55} + \frac{0,503 \cdot 0,60^2}{4,55}$$

$$I_{fila} \approx 0,00442 + 0,0398 = 0,0442 \text{ m}^4/\text{m}$$

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Essendoci due file identiche:

$$I_{eq} = 2 \cdot I_{fila} = 2 \cdot 0,0442 = \boxed{0,0884 \text{ m}^4/\text{m}}$$

Sezione A relativa al tratto III

Diametro pali D	-----	800 mm = 0,80 m
Interasse tra le due file	-----	120 cm = 1,20 m
Interasse fila di valle S_v	-----	130 cm = 1,30 m
Interasse fila di monte S_m	-----	260 cm = 2,60 m
Altezza dello scavo	-----	290 cm = 2,90

4. **L'interasse medio** è definito come la media aritmetica dei due interassi delle file:

$$s_{medio} = \frac{s_v + s_m}{2} = \frac{1,30 + 2,60}{2} = \frac{3,90}{2} = \boxed{1,95 \text{ m}}$$

5. **Area equivalente per metro lineare** A_{eq}

L'area della sezione di un palo è:

$$A_p = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \cdot (0,80)^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,64}{4} \approx 0,503 \text{ m}^2$$

L'area equivalente per metro lineare è:

$$A_{eq} = \frac{A_p}{s_v} + \frac{A_p}{s_m} = A_p \left(\frac{1}{s_v} + \frac{1}{s_m} \right)$$

$$A_{eq} = 0,503 \left(\frac{1}{1,30} + \frac{1}{2,60} \right) = 0,503 \cdot (0,7692 + 0,3846) = 0,503 \cdot 1,1538 \approx \boxed{0,580 \text{ m}^2/\text{m}}$$

A vantaggio di sicurezza si considerando **l'interasse medio 1,95 m** è definito come la media aritmetica dei due interassi

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

$$A_{eq} = \frac{A_p}{s} + \frac{A_p}{s} = 2 \cdot \frac{A_p}{s} = 2 \cdot \frac{0,503}{1,95} \approx 2 \cdot 0,2574 = \boxed{0,515 \text{ m}^2/\text{m}}$$

6. Momento di inerzia equivalente per metro lineare I_{eq}

Il momento di inerzia della sezione di un singolo palo rispetto al proprio asse:

$$I_p = \frac{\pi D^4}{64} = \frac{\pi \cdot (0,80)^4}{64} \approx 0,0201 \text{ m}^4$$

Distanza tra l'asse di ogni fila e l'asse equivalente centrale:

$$d = \frac{1,20}{2} = 0,60 \text{ m}$$

Usando il teorema di Huygens–Steiner per sommare i contributi delle due file:

Fila di valle:

$$I_v = \frac{I_p}{s_v} + \frac{A_p \cdot d^2}{s_v} = \frac{0,0201}{1,30} + \frac{0,503 \cdot (0,60)^2}{1,30}$$

$$I_v \approx 0,01546 + 0,13933 = 0,1548 \text{ m}^4/\text{m}$$

Fila di monte:

$$I_m = \frac{I_p}{s_m} + \frac{A_p \cdot d^2}{s_m} = \frac{0,0201}{2,60} + \frac{0,503 \cdot (0,60)^2}{2,60}$$

$$I_m \approx 0,00773 + 0,06966 = 0,0774 \text{ m}^4/\text{m}$$

Totale:

$$I_{eq} = I_v + I_m = \boxed{0,1548 + 0,0774 = 0,2322 \text{ m}^4/\text{m}}$$

A vantaggio di sicurezza si considerando l'interasse medio **1,95 m** è definito come la media aritmetica dei due interassi per ogni fila si ha:

$$I_{fila} = \frac{I_p}{s} + \frac{A_p \cdot d^2}{s} = \frac{0,0201}{1,95} + \frac{0,503 \cdot 0,60^2}{1,95} = 0,0103 + 0,0928 = 0,1031 \text{ m}^4/\text{m}$$

Essendoci due file identiche:

$$I_{eq} = 2 \cdot I_{fila} = 2 \cdot 0,1031 = \boxed{0,2062 \text{ m}^4/\text{m}}$$

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

6. Analisi della numeriche paratia.**Alcune considerazioni preliminari.**

Gli elementi che concorrono al calcolo di una paratia sono vari. Si coinvolgono infatti concetti legati alla flessibilità dei pali, al calcolo della spinta del terrapieno, alla rigidità del terreno ecc. Si osservi la seguente figura:

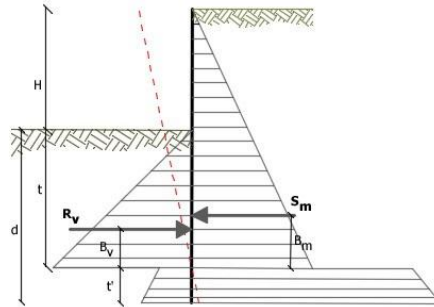


Figura 6 - Schema delle pressioni agenti sulla paratia

Si vede che le pressioni laterali che sono chiamate a concorrere nell'equilibrio sono la pressione attiva sviluppata a tergo della paratia e la pressione passiva che si sviluppa nella parte anteriore della paratia (Parte di valle della paratia). Il calcolo, sia nell'ambito dei metodi semplificati che nell'ambito di metodi numerici, della spinta a tergo ed a valle della paratia viene solitamente condotto sia con il metodo di Rankine che con il metodo di Coulomb. Si rileva però che il metodo di Coulomb fornisce risultati più accurati in quanto essendo la paratia un'opera solitamente flessibile, e manifestando quindi spostamenti maggiori si generano fenomeni di attrito all'interfaccia paratia-terreno che possono essere tenuti in conto solo attraverso i coefficienti di spinta di Coulomb. Nell'utilizzo del metodo degli elementi finiti si deve calcolare anche un coefficiente di reazione del terreno k_s , oltre che la spinta attiva e passiva del terreno. Se si parla di analisi in condizioni non drenate è inoltre necessario conoscere il valore della coesione non drenata. E' inoltre opportuno considerare che se si vuole tenere debitamente in conto l'attrito tra terreno e opera si deve essere a conoscenza dell'angolo di attrito tra terreno e opera (appunto). In conclusione i parametri (in termini di proprietà del terreno) di cui si deve disporre per effettuare l'analisi sono i seguenti:

1. Angolo di attrito interno del terreno;
2. Coesione del terreno;
3. Peso dell'unità di volume del terreno;
4. Angolo di attrito tra il terreno ed il materiale che costituisce l'opera.

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Calcolo delle spinte.

Come accennato in uno dei paragrafi precedenti, deve in ogni caso essere effettuato il calcolo della spinta attiva e passiva. Si espone quindi in questa sezione il calcolo delle spinte con il metodo di Coulomb.

Calcolo della spinta attiva.

La spinta attiva può essere calcolata con il metodo di Coulomb o alternativamente utilizzando la Teoria di Caquot.

Metodo di Coulomb.

Il metodo di Coulomb è capace di tenere in conto le variabili più significative, soprattutto con riguardo al fenomeno attritivo che si genera all'interfaccia paratia-terreno. Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione (valutata alla profondità z):

$$\sigma_h(z) = k_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta totale, che è l'integrale della relazione precedente su tutta l'altezza, è applicata ad $1/3$ di H e si calcola con la seguente espressione:

$$S_t(z) = \frac{1}{2} k_a \cdot \gamma_t \cdot H^2$$

Avendo indicato con k_a il valore del coefficiente di pressione attiva, determinabile con la seguente relazione:

$$\left\{ \begin{array}{l} k_a = \frac{\sin^2(\phi + \beta)}{\sin^2 \beta \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta + \varepsilon)}} \right]^2} \\ \text{con } \delta < (\beta - \phi - \varepsilon) \text{ secondo Muller - Breslau} \end{array} \right.$$

γ_t = Peso unità di volume del terreno;

β = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

ϕ = Angolo di resistenza al taglio del terreno;

δ = Angolo di attrito terreno-paratia positivo se antiorario;

ε = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria;

Metodo di Caquot.

Il metodo di Coulomb risulta essere un metodo sufficientemente accurato per la valutazione dei coefficienti di pressione allo stato limite. Tuttavia soffre dell'ipotesi riguardante la planarità della superficie di scorrimento. Tale ipotesi è rimossa applicando la teoria di Caquot la quale si basa sull'utilizzo di una superficie di

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

scorrimento a forma di spirale logaritmica. Secondo questa teoria il coefficiente di pressione attiva si determina utilizzando la seguente formula:

$$K_a = \rho \cdot K_a^{\text{Coulomb}}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

- K_a^{Coulomb} è il coefficiente di pressione attiva calcolato con la teoria di Coulomb;
- ρ è un coefficiente moltiplicativo calcolato con la seguente formula:

$$\rho = \left([1 - 0.9 \cdot \lambda^2 - 0.1 \cdot \lambda] \cdot [1 - 0.3 \cdot \lambda^3] \right)^{-n}$$

Dove i simboli sono calcolati con le seguenti formule:

$$\lambda = \frac{\Delta + \beta - \Gamma}{4 \cdot \varphi - 2 \cdot \pi \cdot (\Delta + \beta - \Gamma)}$$

$$\Delta = 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{|\cot(\delta)| - \sqrt{\cot^2(\delta) - \cot^2(\varphi)}}{1 + \cos \varphi} \right)$$

$$\Gamma = \sin^{-1} \left(\frac{\sin(\beta)}{\sin(\varphi)} \right)$$

Dove i simboli hanno il seguente significato (vedere anche figura seguente):

- β è l'inclinazione del profilo di monte misurata rispetto all'orizzontale;
- φ è l'angolo di attrito interno del terreno spingente;
- δ è l'angolo di attrito all'interfaccia opera-terreno;

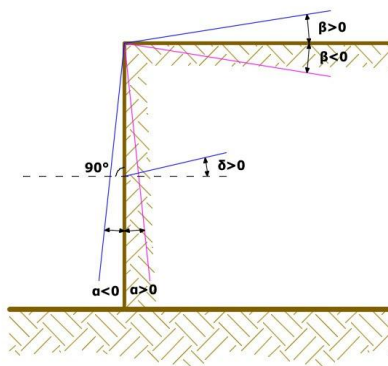


Figura 7 - Convenzione utilizzata per il calcolo del coefficiente di pressione secondo la teoria di Caquot

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico Q , uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari:

$$\sigma_q(z) = k_a \cdot Q \cdot \frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Integrando la tensione riportata alla formula precedente si ottiene la spinta totale dovuta al sovraccarico:

$$S_q = k_a \cdot Q \cdot \frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \varepsilon)} \cdot H$$

Con punto di applicazione ad $H/2$ (essendo la distribuzione delle tensioni costante). Nelle precedenti formule i simboli hanno il seguente significato:

b = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede

e = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria

k_a = Coefficiente di pressione attiva calcolato al paragrafo precedente

Striscia di carico su pc inclinato

Il carico agente viene decomposto in un carico ortogonale ed in uno tangenziale al terrapieno, le pressioni indotte sulla parete saranno calcolate come illustrato nei due paragrafi che seguono.

Striscia di carico ortogonale al piano di azione

Un carico ripartito in modo parziale di ascissa iniziale x_1 ed ascissa finale x_2 genera un diagramma di pressioni sulla parete i cui valori sono stati determinati secondo la formulazione di Terzaghi, che esprime la pressione alla generica profondità z come segue:

$$\sigma_q(z) = \frac{Q}{2\pi \times (2\Delta\theta + A)}$$

$$\tau_{xz} = -\frac{Q}{2\pi B}$$

Con:

$$Dq = q_1 - q_2;$$

$$A = \sin(2q_1) - \sin(2q_2)$$

$$B = \cos(2q_1) - \cos(2q_2)$$

$$q_1 = \arctg(z/x_1)$$

$$q_2 = \arctg(z/x_2)$$

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Per integrazione si otterrà la risultante ed il relativo braccio.

Striscia di carico tangenziale al p.c.

$$\sigma_x = \frac{t}{2\pi \times (D - 2E)}$$

T= Intensità del carico [F/L²]

$$D = 4 \cdot \log[\text{sen} q_1 / \text{sen} q_2]$$

$$E = \text{sen}^2 q_1 - \text{sen}^2 q_2$$

Linee di carico sul terrapieno

Le linee di carico generano un incremento di pressioni sulla parete che secondo BOUSSINESQ, alla profondità z, possono essere espresse come segue:

$$\sigma_x(x, z) = \frac{2V}{\pi \cdot x^2 \cdot z \cdot (x^2 + z^2)^2}$$

$$\tau_{xz}(x, z) = \frac{2V}{\pi \cdot x \cdot z^2 \cdot (x^2 + z^2)^2}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

V= Intensità del carico espressa in [F/L];

X= Distanza, in proiezione orizzontale, del punto di applicazione del carico dalla parete;

Se il piano di azione è inclinato di ϵ e viene ruotato il sistema di riferimento xz in XZ, attraverso la seguente trasformazione:

$$\begin{cases} X = x \cdot \cos(\epsilon) - z \cdot \sin(\epsilon) \\ Z = z \cdot \cos(\epsilon) + x \cdot \sin(\epsilon) \end{cases}$$

Spinta in presenza di falda acquifera

La falda con superficie distante Hw dalla base della struttura, induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità z sono espresse come segue:

$$u(z) = \gamma_w \cdot z$$

La spinta idrostatica totale si ottiene per integrazione su tutta l'altezza della relazione precedente:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Avendo indicato con H l'altezza totale di spinta e con g_w il peso dell'unità di volume dell'acqua. La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo g_t con g'_t ($g'_t = g_{\text{saturo}} - g_w$), peso specifico del materiale immerso in acqua. In condizioni sismiche la sovraspinta esercitata dall'acqua viene valutata nel seguente modo:

$$\Delta S_w = \frac{7}{12} \gamma_w \cdot H_w^2 \cdot C$$

applicata a 2/3 dell'altezza della falda H_w [Matsuo O'Hara (1960) *Geotecnica*, R. Lancellotta]

Effetto dovuto alla presenza di coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -\frac{2 \cdot c}{\sqrt{k_a}}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto della spinta per effetto della coesione. E' stata calcolata l'altezza critica Z_c come segue:

$$Z_c = \frac{2c}{\gamma_t \cdot \sqrt{k_a}} - \left\{ \frac{\left[Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)} \right]}{\gamma_t} \right\}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato

Q = Carico agente sul terrapieno eventualmente presente.

g_t = Peso unità di volume del terreno

b = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede

e = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria

C = Coesione del materiale

k_a = Coefficiente di pressione attiva, come calcolato ai passi precedenti

Nel caso in cui si verifichi la circostanza che la Z_c , calcolata con la formula precedente, sia minore di zero è possibile sovrapporre direttamente gli effetti dei diagrammi, imponendo un decremento al diagramma di spinta originario valutato come segue:

$$S_c = P_c \cdot H$$

Dove si è indicata con il simbolo H l'altezza totale di spinta.

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Sisma***Spinta attiva in condizioni sismiche***

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sulla parete è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma \cdot (1 \pm k_v) K H^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

H= altezza di scavo

k_v = coefficiente sismico verticale

γ = peso per unità di volume del terreno

K= coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico) (vedi Mononobe & Okabe)

E_{ws} = spinta idrostatica dell'acqua

E_{wd} = spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica $E_{wd} = 0$, ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo θ della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\tan \theta = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H'^2$$

Con H' altezza del livello di falda (riportata nella sezione relativa al calcolo della spinta idrostatica).

Resistenza passiva

Anche per il calcolo della resistenza passiva si possono utilizzare i due metodi usati nel calcolo della pressione allo stato limite attivo (metodo di Coulomb e metodo di Caquot).

Metodo di Coulomb

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni in condizioni di stato limite passivo risulta lineare con legge del tipo del tipo:

$$\sigma_p(z) = k_p \cdot \gamma_t \cdot z$$

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Ancora una volta integrando la precedente relazione sull'altezza di spinta (che per le paratie deve essere valutata attentamente) si ottiene la spinta passiva totale:

$$S_t = \frac{1}{2} k_p \cdot \gamma_t \cdot H^2$$

Avendo indicato al solito con H l'altezza di spinta, γ_t il peso dell'unità di volume di terreno e con k_p il coefficiente di pressione passiva (in condizioni di stato limite passivo). Il valore di questo coefficiente è determinato con la seguente formula:

$$k_p = \frac{\sin^2(\beta - \phi)}{\sin^2 \beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta + \varepsilon)}} \right]^2}$$

con $\delta < \beta - \phi - \varepsilon$ secondo Muller – Breslau

con valori limite pari a: $d < b - f - e$ (Muller-Breslau).

Metodo di Caquot

Il metodo di Caquot differisce dal metodo di Coulomb per il calcolo del coefficiente di pressione allo stato limite passivo. Il coefficiente di pressione passiva viene calcolato, con questo metodo, interpolando i valori della seguente tabella:

Coefficient of passive earth pressure K_p for $\delta = -\phi$											
α [°]	φ [°]	K_p when θ°									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
	10	1,17	1,41	1,53							
	15	1,30	1,70	1,92	2,08						
	20	1,71	2,08	2,42	2,71	2,92					
	25	2,14	2,81	2,98	3,88	4,22	4,43				
-30	30	2,78	3,42	4,18	5,01	5,98	8,94	7,40			
	35	3,75	4,73	5,87	7,21	8,78	10,80	12,50	13,80		
	40	5,31	8,87	8,77	11,00	13,70	17,20	24,80	25,40	28,40	
	45	8,05	10,70	14,20	18,40	23,80	90,60	38,90	49,10	60,70	69,10

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

	10	1,36	1,58	1,70							
	15	1,68	1,97	2,20	2,38						
	20	2,13	2,52	2,92	3,22	3,51					
	25	2,78	3,34	3,99	4,80	5,29	5,57				
-20	30	3,78	4,81	8,58	8,81	7,84	9,12	9,77			
	35	5,38	8,89	8,28	10,10	12,20	14,80	17,40	19,00		
	40	8,07	10,40	12,00	18,50	20,00	25,50	38,50	37,80	42,20	
	45	13,20	17,50	22,90	29,80	38,30	48,90	82,30	78,80	97,30	111,04
	10	1,52	1,72	1,83							.
	15	1,95	2,23	2,57	2,88						
	20	2,57	2,98	3,42	3,75	4,09					
	25	3,50	4,14	4,90	5,82	8,45	8,81				
-10	30	4,98	8,01	7,19	8,51	10,10	11,70	12,80			
	35	7,47	9,24	11,30	13,80	18,70	20,10	23,70	26,00		
	40	12,0	15,40	19,40	24,10	29,80	37,10	53,20	55,10	61,80	
	45	21,20	27,90	38,50	47,20	80,80	77,30	908,20	124,00	153,00	178,00
	10	1,84	1,81	1,93							
	15	2,19	2,46	2,73	2,91						
	20	3,01	3,44	3,91	4,42	4,66					
	25	4,28	5,02	5,81	8,72	7,71	8,16				
0	30	8,42	7,69	9,19	10,80	12,70	14,80	15,90			
	35	10,20	12,60	15,30	18,80	22,30	28,90	31,70	34,90		

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

	40	17,5	22,3 0	28,0 0	34,8 0	42,90	53,3 0	78,4 0	79,10	88,70	
	45	33,5	44,1 0	57,4 0	74,1 0	94,70	120, 00	153, 00	174,0 0	240,00	275,0 0
	10	1,73	1,87	1,98							
	15	2,40	2,65	2,93	3,12						
	20	3,45	3,90	4,40	4,96	5,23					
10	25	5,17	5,99	6,90	7,95	9,11	9,67				
	30	8,17	9,69	11,4 0	13,5 0	15,90	18,5 0	19,9 0			
	35	13,8	16,9 0	20,5 0	24,8 0	29,80	35,8 0	42,3 0	46,60		
	40	25,5	32,2 0	40,4 0	49,9 0	61,70	76,4 0	110, 00	113,0 0	127,00	
	45	52,9	69,4 0	90,9 0	116, 00	148,00	188,0 0	239, 00	303,0 0	375,00	431,0 0
	10	1,78	1,89 1	2,01							
	15	2,58	2,82 1	3,11	3,30						
	20	3,90	4,38	4,92	5,53	5,83					
20	25	6,18	7,12	8,17	9,39	10,70	11,4 0				
	30	10,4	12,3 0	14,4 0	16,9 0	20,00	23,2 0	25,0 0			
	35	18,7	22,8 0	27,6 0	33,3 0	40,00	48,0 0	56,8 0	62,50		
	40	37,2	46,9 0	58,6 0	72,5 0	89,30	111, 00	158, 00	164,0 0	185,00	
	45	84,0	110, 00	143, 00	184, 00	234,00	297, 00	378, 00	478,0 0	592,00	680,0 0

Tabella: Valutazione del coefficiente di pressione passiva con la teoria di Caquot

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Carico uniforme sul terrapieno

La resistenza indotta da un carico uniformemente distribuito S_q vale:

$$S_q = k_p \cdot Q \cdot H \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione pari a $H/2$ (essendo il diagramma delle tensioni orizzontali costante per tutta l'altezza). Nella precedente formula k_p è il coefficiente di spinta passiva valutato al paragrafo precedente.

Coesione

La coesione determina un incremento di resistenza pari a:

$$P_c = 2c \cdot \sqrt{k_p}$$

Tale incremento va a sommarsi direttamente al diagramma principale di spinta.

Metodo dell'equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nel ricercare soluzioni, al problema di verifica o di progetto, che siano compatibili con il solo aspetto statico del problema. In sostanza si ragiona in termini di equilibrio di un corpo rigido, senza preoccuparsi della congruenza cinematica degli spostamenti. I principali schemi di calcolo cui si farà riferimento sono i seguenti:

1. Paratia a sbalzo;
2. Paratia tirantata ad estremo libero;
3. Paratia tirantata ad estremo fisso;

Paratia a sbalzo: calcolo della profondità d'infissione limite

Per paratia non tirantata, la stabilità è assicurata dalla resistenza passiva del terreno che si trova a valle della stessa; dall'equilibrio dei momenti rispetto al centro di rotazione si ottiene:

$$S_m \cdot B_m - R_v \cdot B_v = 0$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

S_m = componente orizzontale della spinta attiva;

B_m = braccio di S_m rispetto ad O centro di rotazione;

R_v = componente orizzontale della resistenza passiva;

B_v = braccio di R_v rispetto ad O centro di rotazione;

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

ogni termine risulta funzione di t dove t è la profondità del centro di rotazione rispetto al piano di riferimento di valle (piano campagna a valle). La lunghezza necessaria per assicurare l'equilibrio alla traslazione orizzontale si ottiene aumentando t come segue:

$$t' = a \cdot t \quad d = t \cdot (1 + a) \quad \text{dove } a = 0.2 \text{ (Metodo di Blum)}$$

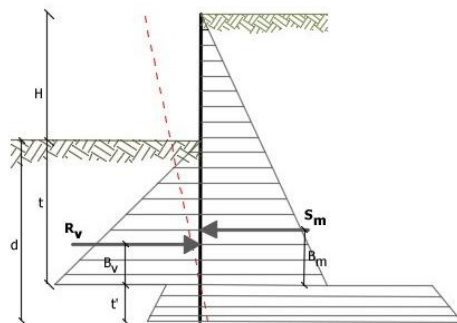


Figura 8 - Schema di riferimento per il calcolo dell'equilibrio della paratia

Coefficiente di sicurezza sulla resistenza passiva

La lunghezza d'infissione d come sopra determinata è relativa alla condizione limite di incipiente collasso, tramite un coefficiente F . E' possibile introdurre un margine di sicurezza sulle resistenze passive; la riduzione si effettua come segue:

$$S_m \cdot B_m - \frac{R_v}{F} \cdot B_v = 0$$

Paratia tirantata ad estremo libero: calcolo della profondità d'infissione limite

La stabilità dell'opera è assicurata anche dai tiranti ancorati sulla paratia. Per utilizzare lo schema di calcolo ad estremo libero, la paratia deve essere sufficientemente corta e rigida. La lunghezza di infissione, sarà determinata imponendo l'equilibrio alla rotazione sull'origine del tirante indicato B1

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - R_v \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

S_m = componente orizzontale spinta attiva;

H = altezza terreno da sostenere;

t = profondità di infissione calcolata;

B_m = braccio di S_m rispetto alla base della paratia;

P_m = ordinata del punto di applicazione del tirante a monte;

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

R_v = componente orizzontale della resistenza passiva;

B_v = braccio di R_v .

Noto t , si determinano S_m ed R_v ed il relativo sforzo del tirante.

Coefficiente di sicurezza F sulle resistenze passive

La lunghezza d'infissione sarà ulteriormente aumentata per avere margine di sicurezza in condizioni di esercizio tramite il coefficiente di sicurezza F:

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - \frac{R_v}{F} \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

Paratia tirantata ad estremo fisso: calcolo della profondità d'infissione limite

Se la sezione più profonda della paratia non trasla e non ruota può essere assimilata ad un incastro, in tal caso la paratia si definisce ad estremo fisso. Un procedimento elaborato da BLUM consente di ricavare la profondità d'infissione ($t+t'$), imponendo le condizioni cinematiche di spostamenti nulli alla base dell'opera ed all'origine del tirante (B_1), e le condizioni statiche di momento e taglio nullo alla base della paratia. Si perviene ad una equazione di 5° grado in ($t+t'$) che può essere risolta in modo agevole.

Coefficiente di sicurezza F sulle resistenze

Per aumentare il fattore di sicurezza sono stati introdotti negli sviluppi numerici, valori delle resistenze passive ridotte.

Metodo degli elementi finiti (FEM)

Il metodo degli elementi finiti è il metodo che più di tutti si fonda su basi teoriche solide e razionali. Di fatti tutto il metodo presuppone che il problema sia affrontato tenendo in conto sia l'aspetto statico (e quindi l'equilibrio del problema, sia l'aspetto cinematica (e quindi la congruenza degli spostamenti o meglio delle deformazioni). In questo approccio la paratia è modellata come un insieme di travi, con vincolo di continuità tra loro (elementi beam) vincolati al terreno mediante molle elastiche, la cui rigidità è valutata in funzione delle proprietà elastiche del terreno. Nella figura che segue è mostrato schematicamente il modello utilizzato per l'analisi ad elementi finiti:

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

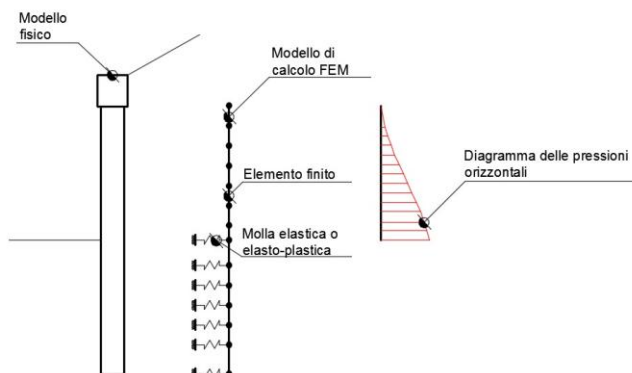


Figura 9 - Schematizzazione della paratia ad elementi finiti

Vari aspetti hanno importanza centrale in questo metodo di calcolo. Si riportano nel seguito gli aspetti essenziali.

Calcolo del modulo di rigidezza K_s del terreno

Come già detto in precedenza, il terreno viene schematizzato con delle molle di rigidezza K_s applicate sui nodi dei conci compresi tra il nodo di fondo scavo e l'estremità di infissione. La stima della rigidezza K_s è stata effettuata sulla base della capacità portante delle fondazioni secondo la seguente formula:

$$k_s = A_s + B_s \cdot z^n$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

A_s = costante, calcolata come segue $A_s = C \cdot (c \cdot N_c + 0.5 \cdot G \cdot B \cdot N_g)$

B_s = coefficiente funzione della profondità $B_s = C \cdot G \cdot N_q$

Z = Profondità in esame

C = 40 nel sistema internazionale SI

n = $p \cdot \tan j$

N_q = $\exp[n \cdot (\tan^2(45^\circ + j/2))]$

N_c = $(N_q - 1) \cdot \cot j$

N_g = $1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan j$

Tiranti

I tiranti vengono schematizzati come elementi elastici, con sezione trasversale di area pari ad A modulo di elasticità E e lunghezza L . Per un tratto di paratia di larghezza unitaria, l'azione dei tiranti inclinati di un angolo b vale:

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

$$F = \frac{A \cdot E}{S \cdot L} \cdot \cos(\beta) \text{ dove:}$$

A_L = superficie laterale del palo;

f_w = fattore di correzione legato alla tronco-conicità del palo, ossia la diminuzione percentuale del diametro del palo

con

c = valore medio della coesione (o della resistenza a taglio in condizioni non drenate);

σ = pressione verticale efficace del terreno;

K = coefficiente di spinta orizzontale;

δ = attrito palo-terreno funzione della scabrezza della superficie del palo;

α = coefficiente d'adesione.

Nel calcolo si pone $\alpha = K=1$ e $\tan \delta = \tan j$

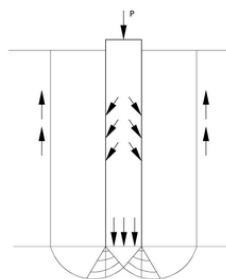
Calcolo del carico limite laterale

Il metodo utilizzato per il calcolo della capacità portante laterale è il metodo A, proposto da Tomlinson (1971). La resistenza laterale viene calcolata con la seguente relazione:

$$Q_L = (\alpha c + \sigma K \tan \delta) \cdot A_L \cdot f_w$$

Calcolo del carico limite di punta (metodo di Berezantzev)

Fondamentalmente Berezantzev fa riferimento ad una superficie di scorrimento “alla Terzaghi” che si arresta sul piano di posa (punta del palo); tuttavia egli considera che il cilindro di terreno coassiale al palo ed avente diametro pari all'estensione in sezione della superficie di scorrimento, sia in parte “sostenuto” per azione tangenziale dal rimanente terreno lungo la superficie laterale. Ne consegue un valore della pressione alla base inferiore a γD , è tanto minore quanto più questo “effetto silo” è marcato, cioè quanto più grande è il rapporto D/B ; di ciò tiene conto il coefficiente N_q , che quindi è funzione decrescente di D/B .



Meccanismo di rottura secondo Berezantzev

La resistenza unitaria Q_p alla punta, per il caso di terreno dotato di attrito (j) e di coesione (c), è data dall'espressione:

$$Q_p = cN_c + \gamma L N_q$$

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

avendo indicato con:

γ = peso unità di volume del terreno;

L = lunghezza del palo;

N_c e N_q = sono i fattori di capacità portante già comprensivi dell'effetto forma (circolare).

Sifonamento

Il sifonamento è un fenomeno che in una fase iniziale si localizza al piede della paratia, e poi rapidamente si estende nell'intorno del volume resistente. Si verifica quando, per una elevata pressione idrodinamica o di infiltrazione, si annullano le pressioni passive efficaci, con la conseguente perdita di resistenza del terreno. Si assume di norma un fattore di sicurezza $F_{sif} = 3.5-4$ Indicando con:

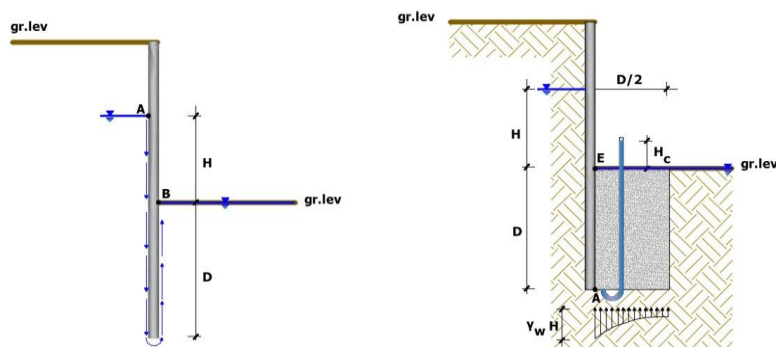
i_c = Gradiente Idraulico critico;

i_e = Gradiente Idraulico in condizioni di esercizio;

Il margine di sicurezza è definito come rapporto tra i_c ed i_e , se $i_e < i_c$ la paratie è stabile.

Verifica di sollevamento del fondo scavo.

Nel caso di un diaframma infisso nel terreno, la presenza della falda in posizioni tali da innescare un moto di filtrazione comporta l'instaurarsi di una forza di filtrazione che, se diretta verso l'alto, può annullare il peso del terreno il quale, in assenza di coesione, può essere trascinato dal flusso dell'acqua e compromettere la stabilità dell'opera. Il fenomeno della stabilità del fondo scavo, analogo a quello del sifonamento, è stato affrontato per la prima volta da Terzaghi (1943). A differenza del sifonamento, che è un fenomeno localizzato nel punto di sbocco della prima linea di flusso, quello del sollevamento del fondo scavo si estende per una profondità pari a quella d'infissione della paratia per una larghezza pari a metà di tale infissione.



Per semplificare il problema della determinazione dell'effettivo andamento della pressione interstiziale nel punto A, si assume che il valore della sovrappressione al piede del diaframma sia costante sulla lunghezza $D/2$ e pari a $\gamma_w H_c$. Per determinare H_c si ricorre all'espressione del gradiente di efflusso i_E :

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

$$i_E = \frac{H_c}{D} = \frac{H}{H + 2D}$$

Da cui si ottiene:

$$H_c = \frac{H \cdot D}{H + 2D}$$

La forza di filtrazione S_w che tende a sollevare il blocco di terreno coinvolto è pari a:

$$S_w = H_c \cdot \gamma_w \cdot \frac{D}{2}$$

Le condizioni limite di stabilità vengono raggiunte quando S_w uguaglia il peso efficace del blocco, pertanto il fattore di sicurezza a sollevamento del fondo scavo si definisce come il rapporto tra il peso efficace del blocco e la forza di filtrazione:

$$F_s = \frac{W'}{S_w} = \frac{\gamma' \cdot \frac{D}{2}}{H_c \cdot \gamma_w \cdot \frac{D}{2}} = \frac{\gamma' \cdot D}{H_c \cdot \gamma_w}$$

4. Verifica delle sezioni e calcolo armature

Il calcolo delle armature e le verifiche a presso-flessione e taglio della paratia soggetta alle sollecitazioni N, M e T , si effettuano sulla sezione maggiormente sollecitata. Le sollecitazioni di calcolo sono ottenute come prodotto tra le sollecitazioni ottenute con un calcolo a metro lineare e l'interasse tra i pali (o larghezza dei setti se la paratia è costituita da setto):

$$N_d = N' \cdot i; M_d = M' \cdot i; T_d = T' \cdot i$$

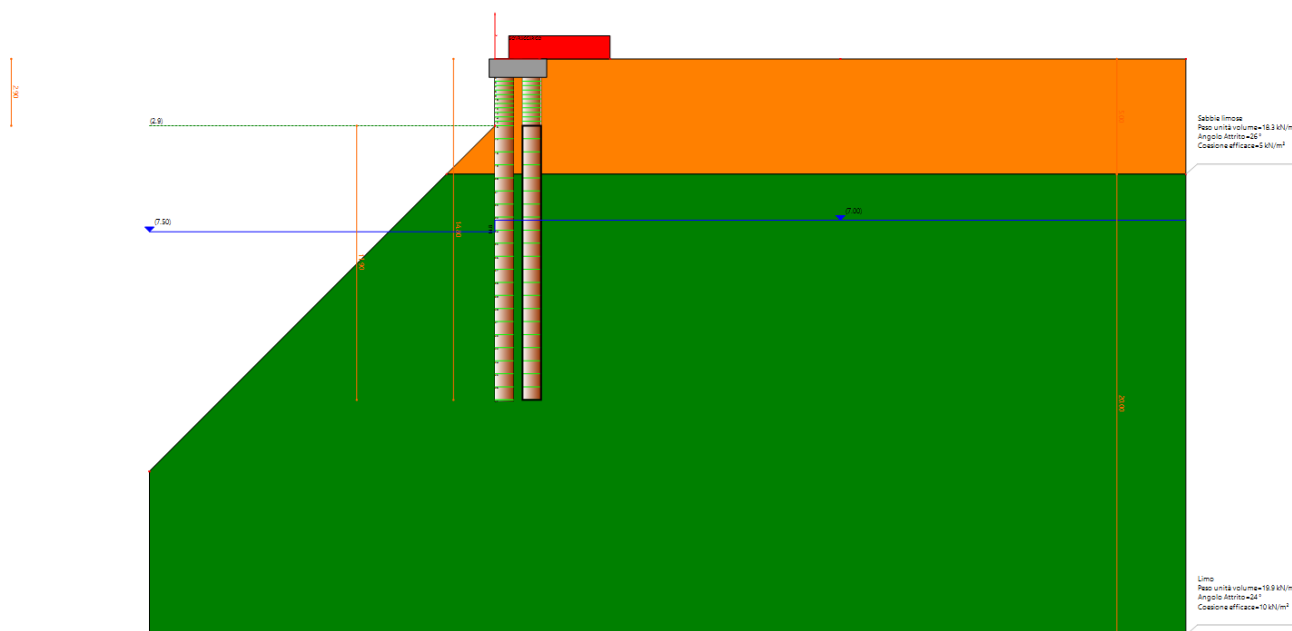
Dove M' , M' , T' rappresentano il momento il taglio e lo sforzo normale relativi ad una striscia unitaria di calcolo mentre i è l'interasse tra i pali per paratia costituita da pali o micropali (o larghezza setti per paratia costituita da setti).

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Sezione A relativa al tratto III



Archivio materiali

CONGLOMERATI

Nr.	Classe calcestruzzo	fck,cubi [MPa]	Ec [MPa]	fck [MPa]	fcd [MPa]	fctd [MPa]	fctm [MPa]
1	C20/25	25	29960	20	11.33	1.03	2.21
2	C25/30	30	31470	25	14.16	1.19	2.56
3	C28/35	35	32300	28	15.86	1.28	2.76
4	C40/50	50	35220	40	19.83	1.49	3.2

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [MPa]	fyk [MPa]	fyd [MPa]	ftk [MPa]	ftd [MPa]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 in.	β1*β2 fin.
1	B450C	200000	450	391.3	540	391.3	.075	.0675	1	0.5
2	B450C*	200000	450	391.3	540	450	.05	.04	1	0.5
3	S235H	210000	235	204.35	360	204.35	0.05	0.04	1	0.5
4	S275H	210000	275	239.13	430	239.13	0.05	0.04	1	0.5
5	S355H	210000	355	308.7	510	308.7	0.05	0.04	1	0.5
6	C1860	200205	1600	1116	1860	1116	0.05	0.04	1	0.5

GEOMETRIA SEZIONE

Sezione Circolare Barre
Calcestruzzo C25/30

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Acciaio B450C
Nome CIRC 0.8/I=1.95
Diametro 0.8 m
Disposizione Doppia Fila
Interasse ly 1.95 m
Interasse lx 1.2 m

Dati generali FEM

Massimo spostamento lineare terreno 1.5 cm
Fattore tolleranza spostamento 0.03 cm
Tipo analisi Lineare
Massimo numero di iterazioni 10
Fattore riduzione molla fondo scavo 1
Profondità infissione iniziale 9.4 m
Incremento profondità infissione 0 m
Numero di elementi 36
Numero nodo di fondo scavo 16

Stratigrafia

Fase: 1

Nr.	Peso specifico [kN/m ³]	Peso specifico saturo [kN/m ³]	Coesione [kN/m ²]	Angolo attrito [°]	O.C.R.	Modulo edometrico [kN/m ²]	Attrito terra muro monte [°]	Attrito terra muro valle [°]	Spessore [m]	Inclinazione [°]	Descrizione
1	18.3	19.2	5.0	26.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	Sabbie limose
2	19.9	20.0	10.0	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	Limo

Calcolo coefficienti sismici

Dati generali

Descrizione zona
Latitudine 0.0000 [°]
Longitudine 0.0000 [°]

Dati opera

Tipo opera Opere ordinarie

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Classe d'uso III
Vita nominale 100 [anni]
Vita di riferimento 150 [anni]

Parametri sismici su un sito di riferimento

Categoria sottosuolo C
Categoria topografica T1

SL	Tr [Anni]	ag [m/sec ²]	F0 [-]	TS* [sec]
SLO	90	0.66	2.57	0.29
SLD	151	0.79	2.57	0.30
SLV	1424	1.70	2.52	0.33
SLC	2475	2.00	2.52	0.34

Coefficienti sismici orizzontale e verticale

Opera: SLC

SL	Amax [m/sec ²]	beta [-]	kh [-]	kv [-]
SLO	0.99	0.56	0.05	0.02
SLD	1.18	0.56	0.06	0.03
SLV	2.44	0.56	0.12	0.06
SLC	2.78	0.56	0.13	0.07

Carichi

Fase: 1

Descrizione	Tipo	Xi [m]	Xf [m]	Yi [m]	Yf [m]	Profondità [m]	Valore [kN]-[kPa]
SOVRACCARICO	Uniformi	0.6	5	0	0	0	66

Analisi Paratia Metodo calcolo: FEM

Profondità massima di infissione

9.4 [m]

Fase: 1 Analisi geotecnica Fase: 1 - Combinazione: 1

Altezza scavo 2.9 [m]

Tipo: S.L.U. [STR]

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Nome: A1+M1+R1

Coefficienti sismici: $K_h = 0$, $K_v = 0$

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1.3
3	Spinta falda	1.5
4	Spinta sismica x	0
5	Spinta sismica y	0
6	SOVRACCARICO	1.3

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione 9.40 [m]
 Pressione massima terreno 79.24 [kPa]
 Momento massimo 309.35 [kNm/m]
 Taglio massimo 133.19 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0.19	37.22	50.26	-1.00	-7.76	0.2107	--
0.39	39.02	51.48	-2.50	-20.04	0.2036	--
0.58	40.82	52.70	-6.25	-26.51	0.1965	--

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

0.77	42.61	53.92	-11.13	-36.21	0.1895	--
0.97	44.41	55.14	-18.13	-40.73	0.1824	--
1.16	46.20	56.36	-26.13	-52.37	0.1754	--
1.35	48.00	57.59	-36.50	-60.13	0.1683	--
1.55	49.80	58.81	-48.00	-71.77	0.1613	--
1.74	51.59	60.03	-62.00	-78.23	0.1543	--
1.93	53.39	61.25	-77.38	-91.16	0.1474	--
2.13	55.18	62.47	-95.25	-100.22	0.1405	--
2.32	56.98	63.69	-114.50	-113.79	0.1336	--
2.51	58.78	64.92	-136.50	-123.49	0.1268	--
2.71	60.57	66.14	-160.50	-133.19	0.1201	--
2.90	62.37	67.36	-186.30	-125.00	0.1135	93778.05
3.35	--	70.19	-242.25	-83.57	0.0986	93778.05
3.80	-79.24	73.02	-279.67	-48.14	0.0845	93778.05
4.24	-66.78	75.85	-301.20	-18.19	0.0712	93778.05
4.69	-55.19	78.68	-309.35	6.37	0.0589	93778.05
5.14	-40.57	81.50	-306.52	24.63	0.0474	85512.09
5.59	-31.62	84.33	-295.48	38.74	0.0370	85512.09
6.03	-23.44	87.16	-278.14	49.24	0.0274	85512.09
6.48	-16.00	89.99	-256.11	56.38	0.0187	85512.09
6.93	-9.23	92.82	-230.88	60.51	0.0108	85512.09
7.38	-3.07	95.65	-203.79	61.83	0.0036	85512.09
7.82	1.43	98.48	-176.11	61.14	-0.0030	47994.43
8.27	4.33	101.31	-148.74	59.20	-0.0090	47994.43
8.72	7.00	104.13	-122.24	56.04	-0.0146	47994.43
9.17	9.49	106.96	-97.16	51.80	-0.0198	47994.43
9.61	11.84	109.79	-73.97	46.47	-0.0247	47994.43
10.06	14.08	112.62	-53.17	40.14	-0.0293	47994.43
10.51	16.23	115.45	-35.20	32.92	-0.0338	47994.43
10.96	18.34	118.28	-20.48	24.73	-0.0382	47994.43
11.40	20.41	121.11	-9.41	15.52	-0.0425	47994.43
11.85	22.47	123.94	-2.47	5.52	-0.0468	47994.43

Fase: 1 - Combinazione: 2

Altezza scavo 2.9 [m]

Tipo: S.L.U. [GEO]

Nome: A2+M2+R1

Coefficienti sismici: Kh = 0, Kv = 0

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

2	Spinta terreno	1.3
3	Spinta falda	1.3
4	Spinta sismica x	0
5	Spinta sismica y	0
6	SOVRACCARICO	1.3

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1.25
2	Coesione efficace	1.25
3	Resistenza non drenata	1.4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione 9.40 [m]
 Pressione massima terreno 96.91 [kPa]
 Momento massimo 407.50 [kNm/m]
 Taglio massimo 170.69 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0.19	47.71	50.26	-0.50	-16.81	0.4118	--
0.39	49.88	51.48	-3.50	-23.28	0.3993	--
0.58	52.06	52.70	-8.00	-33.62	0.3867	--
0.77	54.23	53.92	-14.50	-45.26	0.3742	--
0.97	56.40	55.14	-22.75	-56.90	0.3616	--
1.16	58.57	56.36	-33.75	-64.66	0.3491	--
1.35	60.75	57.59	-46.50	-75.00	0.3366	--
1.55	62.92	58.81	-61.25	-91.81	0.3242	--

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

1.74	65.09	60.03	-78.50	-104.74	0.3117	--
1.93	67.26	61.25	-98.75	-115.09	0.2993	--
2.13	69.44	62.47	-121.00	-129.31	0.2870	--
2.32	71.61	63.69	-146.00	-142.24	0.2747	--
2.51	73.78	64.92	-173.25	-160.34	0.2626	--
2.71	75.95	66.14	-204.00	-170.69	0.2505	--
2.90	78.13	67.36	-237.19	-163.29	0.2385	52324.60
3.35	--	70.19	-310.31	-113.45	0.2114	52324.60
3.80	-96.91	73.02	-361.09	-70.09	0.1852	52324.60
4.24	-83.78	75.85	-392.44	-32.74	0.1601	52324.60
4.69	-71.29	78.68	-407.08	-0.94	0.1362	52324.60
5.14	-54.94	81.50	-407.50	23.95	0.1136	48359.15
5.59	-44.60	84.33	-396.81	43.98	0.0922	48359.15
6.03	-34.85	87.16	-377.14	59.43	0.0721	48359.15
6.48	-25.66	89.99	-350.55	70.93	0.0531	48359.15
6.93	-17.00	92.82	-318.79	78.46	0.0352	48359.15
7.38	-8.81	95.65	-283.66	82.31	0.0182	48359.15
7.82	-0.59	98.48	-246.82	82.57	0.0022	27198.92
8.27	3.58	101.31	-209.87	80.98	-0.0131	27198.92
8.72	7.56	104.13	-173.61	77.58	-0.0278	27198.92
9.17	11.40	106.96	-138.88	72.48	-0.0419	27198.92
9.61	15.12	109.79	-106.44	65.83	-0.0556	27198.92
10.06	18.75	112.62	-76.97	57.46	-0.0689	27198.92
10.51	22.32	115.45	-51.25	47.47	-0.0821	27198.92
10.96	25.84	118.28	-30.00	35.99	-0.0950	27198.92
11.40	29.34	121.11	-13.88	22.90	-0.1079	27198.92
11.85	32.83	123.94	-3.64	8.13	-0.1207	27198.92

Fase: 1 - Combinazione: 3

Altezza scavo 2.9 [m]

Tipo: S.L.U. [STR-HYD]

Nome: HYD

Coefficienti sismici: $K_h = 0$, $K_v = 0$

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	0
5	Spinta sismica y	0
6	SOVRACCARICO	1

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1.25
2	Coesione efficace	1.25
3	Resistenza non drenata	1.4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione	9.40	[m]	
Pressione massima terreno	59.78	[kPa]	
Momento massimo	249.51	[kNm/m]	
Taglio massimo	104.74	[kN/m]	
Gradiente critico	1.03		
Gradiente idraulico	0.03		
Fattore sicurezza a sifonamento	30.30		
Fattore sicurezza sollevamento	21.90		

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0.19	27.35	50.26	-0.50	-7.76	0.2534	--
0.39	29.02	51.48	-2.25	-11.64	0.2457	--
0.58	30.69	52.70	-4.00	-24.57	0.2380	--
0.77	32.36	53.92	-8.25	-27.16	0.2303	--
0.97	34.03	55.14	-13.50	-29.74	0.2226	--
1.16	35.70	56.36	-19.50	-40.09	0.2149	--
1.35	37.38	57.59	-27.00	-45.91	0.2073	--
1.55	39.05	58.81	-36.13	-53.02	0.1996	--

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

1.74	40.72	60.03	-46.38	-62.07	0.1920	--
1.93	42.39	61.25	-58.25	-70.47	0.1844	--
2.13	44.06	62.47	-72.13	-76.94	0.1768	--
2.32	45.73	63.69	-87.00	-87.93	0.1693	--
2.51	47.40	64.92	-104.13	-95.69	0.1618	--
2.71	49.07	66.14	-122.75	-104.74	0.1544	--
2.90	50.75	67.36	-143.13	-101.33	0.1470	52324.60
3.35	--	70.19	-188.45	-70.69	0.1304	52324.60
3.80	-59.78	73.02	-220.11	-43.77	0.1143	52324.60
4.24	-51.71	75.85	-239.70	-20.73	0.0988	52324.60
4.69	-44.02	78.68	-249.00	-1.08	0.0841	52324.60
5.14	-33.95	81.50	-249.51	14.24	0.0702	48359.15
5.59	-27.59	84.33	-243.13	26.56	0.0571	48359.15
6.03	-21.59	87.16	-231.25	36.23	0.0446	48359.15
6.48	-15.93	89.99	-215.04	43.34	0.0329	48359.15
6.93	-10.59	92.82	-195.64	48.04	0.0219	48359.15
7.38	-5.54	95.65	-174.13	50.44	0.0115	48359.15
7.82	-0.43	98.48	-151.56	50.65	0.0016	27198.92
8.27	2.14	101.31	-128.89	49.69	-0.0079	27198.92
8.72	4.60	104.13	-106.65	47.64	-0.0169	27198.92
9.17	6.96	106.96	-85.33	44.51	-0.0256	27198.92
9.61	9.26	109.79	-65.41	40.46	-0.0340	27198.92
10.06	11.50	112.62	-47.31	35.34	-0.0423	27198.92
10.51	13.70	115.45	-31.49	29.15	-0.0504	27198.92
10.96	15.87	118.28	-18.42	22.06	-0.0584	27198.92
11.40	18.03	121.11	-8.50	13.93	-0.0663	27198.92
11.85	20.18	123.94	-2.25	5.03	-0.0742	27198.92

Fase: 1 - Combinazione: 4

Altezza scavo 2.9 [m]

Tipo: S.L.U. [STR]

Nome: SISMA

Coefficienti sismici: $K_h = 0.1184$, $K_v = 0.0592$

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	1
5	Spinta sismica y	1
6	SOVRACCARICO	1

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1.35
2	Laterale compressione	1.15
3	Totale	1.3
4	Laterale trazione	1.25
5	Orizzontale	1.3

Profondità di infissione 9.40 [m]
 Pressione massima terreno 102.96 [kPa]
 Momento massimo 409.64 [kNm/m]
 Taglio massimo 173.28 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0.19	56.22	50.26	-0.75	-18.10	0.2760	--
0.39	57.30	51.48	-4.25	-25.86	0.2667	--
0.58	58.39	52.70	-9.50	-38.79	0.2573	--
0.77	59.47	53.92	-17.00	-49.14	0.2480	--
0.97	60.55	55.14	-26.50	-63.36	0.2387	--
1.16	61.63	56.36	-38.75	-72.41	0.2294	--
1.35	62.71	57.59	-52.75	-85.34	0.2201	--
1.55	63.79	58.81	-69.75	-95.69	0.2108	--
1.74	64.87	60.03	-88.38	-111.21	0.2016	--
1.93	65.96	61.25	-109.75	-123.49	0.1924	--
2.13	67.04	62.47	-133.50	-137.72	0.1833	--
2.32	68.12	63.69	-160.25	-148.06	0.1743	--
2.51	69.20	64.92	-189.00	-162.93	0.1654	--

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

2.71	70.28	66.14	-220.50	-173.28	0.1566	--
2.90	71.36	67.36	-254.02	-160.12	0.1479	93778.05
3.35	--	70.19	-325.67	-106.22	0.1283	93778.05
3.80	-102.96	73.02	-373.23	-60.11	0.1098	93778.05
4.24	-86.64	75.85	-400.14	-21.26	0.0924	93778.05
4.69	-71.47	78.68	-409.64	10.44	0.0762	93778.05
5.14	-52.41	81.50	-404.97	34.12	0.0613	85512.09
5.59	-40.72	84.33	-389.70	52.33	0.0476	85512.09
6.03	-30.05	87.16	-366.28	65.70	0.0351	85512.09
6.48	-20.35	89.99	-336.88	74.81	0.0238	85512.09
6.93	-11.53	92.82	-303.39	79.98	0.0135	85512.09
7.38	-3.51	95.65	-267.59	81.49	0.0041	85512.09
7.82	2.13	98.48	-231.11	80.47	-0.0044	47994.43
8.27	5.89	101.31	-195.09	77.82	-0.0123	47994.43
8.72	9.36	104.13	-160.27	73.64	-0.0195	47994.43
9.17	12.59	106.96	-127.31	67.96	-0.0262	47994.43
9.61	15.64	109.79	-96.90	60.95	-0.0326	47994.43
10.06	18.53	112.62	-69.63	52.62	-0.0386	47994.43
10.51	21.33	115.45	-46.08	43.11	-0.0444	47994.43
10.96	24.06	118.28	-26.77	32.29	-0.0501	47994.43
11.40	26.74	121.11	-12.31	20.33	-0.0557	47994.43
11.85	29.41	123.94	-3.20	7.14	-0.0613	47994.43

Fase: 1 - Combinazione: 5

Altezza scavo 2.9 [m]

Tipo: S.L.E. [STR]

Nome: ESERCIZIO

Coefficienti sismici: $K_h = 0.0571$, $K_v = 0.0285$

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	1
5	Spinta sismica y	1
6	SOVRACCARICO	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione 9.40 [m]
 Pressione massima terreno 95.93 [kPa]
 Momento massimo 380.19 [kNm/m]
 Taglio massimo 161.64 [KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0.19	50.86	50.26	-1.00	-14.22	0.2567	--
0.39	52.11	51.48	-3.75	-24.57	0.2481	--
0.58	53.36	52.70	-8.50	-36.21	0.2394	--
0.77	54.61	53.92	-15.25	-45.26	0.2307	--
0.97	55.86	55.14	-24.50	-54.31	0.2221	--
1.16	57.12	56.36	-35.00	-67.24	0.2134	--
1.35	58.37	57.59	-47.88	-80.82	0.2048	--
1.55	59.62	58.81	-63.25	-90.52	0.1962	--
1.74	60.87	60.03	-80.88	-101.51	0.1876	--
1.93	62.12	61.25	-100.63	-113.15	0.1791	--
2.13	63.37	62.47	-122.63	-126.08	0.1707	--
2.32	64.63	63.69	-147.00	-138.36	0.1623	--
2.51	65.88	64.92	-173.88	-151.29	0.1540	--
2.71	67.13	66.14	-203.00	-161.64	0.1458	--
2.90	68.38	67.36	-234.41	-149.44	0.1377	93778.05
3.35	--	70.19	-301.36	-99.38	0.1195	93778.05
3.80	-95.93	73.02	-345.88	-56.44	0.1023	93778.05
4.24	-80.75	75.85	-371.13	-20.28	0.0861	93778.05

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

4.69	-66.64	78.68	-380.19	9.27	0.0711	93778.05
5.14	-48.89	81.50	-376.04	31.40	0.0572	85512.09
5.59	-38.01	84.33	-362.00	48.35	0.0445	85512.09
6.03	-28.08	87.16	-340.34	60.87	0.0328	85512.09
6.48	-19.04	89.99	-313.10	69.39	0.0223	85512.09
6.93	-10.83	92.82	-282.03	74.25	0.0127	85512.09
7.38	-3.37	95.65	-248.79	75.71	0.0039	85512.09
7.82	1.93	98.48	-214.90	74.78	-0.0040	47994.43
8.27	5.44	101.31	-181.43	72.34	-0.0113	47994.43
8.72	8.67	104.13	-149.05	68.45	-0.0181	47994.43
9.17	11.68	106.96	-118.42	63.21	-0.0243	47994.43
9.61	14.52	109.79	-90.13	56.65	-0.0303	47994.43
10.06	17.22	112.62	-64.77	48.92	-0.0359	47994.43
10.51	19.83	115.45	-42.86	40.07	-0.0413	47994.43
10.96	22.37	118.28	-24.92	30.07	-0.0466	47994.43
11.40	24.87	121.11	-11.46	18.92	-0.0518	47994.43
11.85	27.36	123.94	-2.99	6.68	-0.0570	47994.43

Carico limite verticale**Fase 1 Combinazione 1**

Fattore Nc 15.972
 Fattore Nq 8.111
 Carico limite punta 491.682 kN
 Carico limite laterale 1008.749 kN
 Carico limite totale 1500.431 kN

 Forza verticale agente 120.838 kN
 Fattore sicurezza 12.417

Fase 1 Combinazione 2

Fattore Nc 15.972
 Fattore Nq 8.111
 Carico limite punta 491.682 kN
 Carico limite laterale 1008.749 kN
 Carico limite totale 1500.431 kN

 Forza verticale agente 120.838 kN
 Fattore sicurezza 12.417

Fase 1 Combinazione 3

Fattore Nc 15.972
 Fattore Nq 8.111

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Carico limite punta 491.682 kN
Carico limite laterale 1008.749 kN
Carico limite totale 1500.431 kN

Forza verticale agente 120.838 kN
Fattore sicurezza 12.417

Fase 1 Combinazione 4

Fattore Nc 15.972
Fattore Nq 8.111
Carico limite punta 364.209 kN
Carico limite laterale 877.173 kN
Carico limite totale 1241.382 kN

Forza verticale agente 120.838 kN
Fattore sicurezza 10.273

Fase 1 Combinazione 5

Fattore Nc 15.972
Fattore Nq 8.111
Carico limite punta 491.682 kN
Carico limite laterale 1008.749 kN
Carico limite totale 1500.431 kN

Forza verticale agente 120.838 kN
Fattore sicurezza 12.417

Risultati analisi strutturale

Fase: 1 Risultati analisi strutturale

Fase: 1 - Combinazione: 1

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0.19	CIRC 0.8/l=1.95	49.00	-0.98	-7.565	13Ø22	49.01	-427.72	438.69	Verificata
0.39	CIRC 0.8/l=1.95	50.19	-2.44	-19.542	13Ø22	50.19	-428.00	175.59	Verificata
0.58	CIRC 0.8/l=1.95	51.38	-6.09	-25.846	13Ø22	51.38	-428.27	70.28	Verificata
0.77	CIRC 0.8/l=1.95	52.57	-10.85	-35.302	13Ø22	52.57	-428.55	39.51	Verificata
0.97	CIRC	53.76	-17.67	-39.714	13Ø22	53.77	-428.83	24.27	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

	0.8/l=1.95								
1.16	CIRC 0.8/l=1.95	54.95	-25.47	-51.061	13Ø22	54.95	-429.10	16.85	Verificata
1.35	CIRC 0.8/l=1.95	56.15	-35.59	-58.626	13Ø22	56.15	-429.38	12.07	Verificata
1.55	CIRC 0.8/l=1.95	57.34	-46.80	-69.973	13Ø22	57.34	-429.65	9.18	Verificata
1.74	CIRC 0.8/l=1.95	58.53	-60.45	-76.277	13Ø22	58.54	-429.93	7.11	Verificata
1.93	CIRC 0.8/l=1.95	59.72	-75.44	-88.885	13Ø22	59.72	-430.20	5.70	Verificata
2.13	CIRC 0.8/l=1.95	60.91	-92.87	-97.710	13Ø22	60.90	-430.47	4.64	Verificata
2.32	CIRC 0.8/l=1.95	62.10	-111.64	-110.948	13Ø22	62.10	-430.75	3.86	Verificata
2.51	CIRC 0.8/l=1.95	63.29	-133.09	-120.404	13Ø22	63.29	-431.02	3.24	Verificata
2.71	CIRC 0.8/l=1.95	64.49	-156.49	-129.860	13Ø22	64.48	-431.30	2.76	Verificata
2.90	CIRC 0.8/l=1.95	65.68	-181.64	-121.877	13Ø22	65.68	-431.57	2.38	Verificata
3.35	CIRC 0.8/l=1.95	68.43	-236.19	-81.478	13Ø22	68.43	-432.21	1.83	Verificata
3.80	CIRC 0.8/l=1.95	71.19	-272.68	-46.933	13Ø22	71.19	-432.84	1.59	Verificata
4.24	CIRC 0.8/l=1.95	73.95	-293.67	-17.732	13Ø22	73.95	-433.48	1.48	Verificata
4.69	CIRC 0.8/l=1.95	76.71	-301.62	6.211	13Ø22	76.71	-434.12	1.44	Verificata
5.14	CIRC 0.8/l=1.95	79.47	-298.85	24.011	13Ø22	79.47	-434.75	1.45	Verificata
5.59	CIRC 0.8/l=1.95	82.22	-288.09	37.770	13Ø22	82.23	-435.39	1.51	Verificata
6.03	CIRC 0.8/l=1.95	84.98	-271.19	48.005	13Ø22	84.99	-436.02	1.61	Verificata
6.48	CIRC 0.8/l=1.95	87.74	-249.71	54.970	13Ø22	87.74	-436.65	1.75	Verificata
6.93	CIRC 0.8/l=1.95	90.50	-225.10	58.998	13Ø22	90.50	-437.29	1.94	Verificata
7.38	CIRC 0.8/l=1.95	93.26	-198.70	60.288	13Ø22	93.25	-437.92	2.20	Verificata
7.82	CIRC 0.8/l=1.95	96.02	-171.71	59.615	13Ø22	96.02	-438.56	2.55	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

8.27	CIRC 0.8/l=1.95	98.77	-145.03	57.722	13Ø22	98.77	-439.19	3.03	Verificata
8.72	CIRC 0.8/l=1.95	101.53	-119.19	54.642	13Ø22	101.53	-439.83	3.69	Verificata
9.17	CIRC 0.8/l=1.95	104.29	-94.73	50.507	13Ø22	104.29	-440.46	4.65	Verificata
9.61	CIRC 0.8/l=1.95	107.05	-72.12	45.308	13Ø22	107.05	-441.09	6.12	Verificata
10.06	CIRC 0.8/l=1.95	109.81	-51.84	39.139	13Ø22	109.80	-441.72	8.52	Verificata
10.51	CIRC 0.8/l=1.95	112.56	-34.32	32.094	13Ø22	112.57	-442.35	12.89	Verificata
10.96	CIRC 0.8/l=1.95	115.32	-19.96	24.113	13Ø22	115.32	-442.98	22.19	Verificata
11.40	CIRC 0.8/l=1.95	118.08	-9.17	15.128	13Ø22	118.08	-443.61	48.37	Verificata
11.85	CIRC 0.8/l=1.95	120.84	-2.41	5.377	13Ø22	120.84	-444.24	184.56	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica taglio	Angolo inclinazione e puntoni [°]
0.19	9.41E-04	-1.96E-03	-15.32	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.21 Staffe=724.11	0.01	Verificata	21.80
0.39	9.41E-04	-1.96E-03	-15.31	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.28 Staffe=724.05	0.03	Verificata	21.80
0.58	9.42E-04	-1.96E-03	-15.30	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.35 Staffe=723.98	0.04	Verificata	21.80
0.77	9.43E-04	-1.96E-03	-15.28	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.43 Staffe=723.92	0.05	Verificata	21.80
0.97	9.44E-04	-1.96E-03	-15.27	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.50 Staffe=723.	0.05	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					86			
1.16	9.44E-04	-1.96E-03	-15.26	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.58 Staffe=723.80	0.07	Verificata	21.80
1.35	9.45E-04	-1.96E-03	-15.25	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.65 Staffe=723.74	0.08	Verificata	21.80
1.55	9.46E-04	-1.96E-03	-15.23	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.73 Staffe=723.67	0.10	Verificata	21.80
1.74	9.46E-04	-1.96E-03	-15.22	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.80 Staffe=723.61	0.11	Verificata	21.80
1.93	9.47E-04	-1.96E-03	-15.21	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.88 Staffe=723.55	0.12	Verificata	21.80
2.13	9.48E-04	-1.96E-03	-15.20	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.95 Staffe=723.49	0.14	Verificata	21.80
2.32	9.49E-04	-1.96E-03	-15.18	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.03 Staffe=723.43	0.15	Verificata	21.80
2.51	9.49E-04	-1.96E-03	-15.17	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.10 Staffe=723.37	0.17	Verificata	21.80
2.71	9.50E-04	-1.96E-03	-15.16	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.18 Staffe=723.31	0.18	Verificata	21.80
2.90	9.51E-04	-1.96E-03	-15.15	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.26 Staffe=723.25	0.17	Verificata	21.80
3.35	9.52E-04	-1.96E-03	-15.12	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.43 Staffe=723.	0.11	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					11			
3.80	9.54E-04	-1.96E-03	-15.09	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.61 Staffe=722.97	0.06	Verificata	21.80
4.24	9.56E-04	-1.96E-03	-15.06	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.78 Staffe=722.83	0.02	Verificata	21.80
4.69	9.57E-04	-1.96E-03	-15.03	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.96 Staffe=722.69	0.01	Verificata	21.80
5.14	9.59E-04	-1.96E-03	-15.00	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.13 Staffe=722.55	0.03	Verificata	21.80
5.59	9.61E-04	-1.96E-03	-14.97	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.31 Staffe=722.41	0.05	Verificata	21.80
6.03	9.62E-04	-1.96E-03	-14.94	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.48 Staffe=722.27	0.07	Verificata	21.80
6.48	9.64E-04	-1.96E-03	-14.92	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.66 Staffe=722.13	0.08	Verificata	21.80
6.93	9.66E-04	-1.96E-03	-14.89	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.83 Staffe=721.99	0.08	Verificata	21.80
7.38	9.67E-04	-1.96E-03	-14.86	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.01 Staffe=721.85	0.08	Verificata	21.80
7.82	9.69E-04	-1.96E-03	-14.83	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.18 Staffe=721.71	0.08	Verificata	21.80
8.27	9.70E-04	-1.96E-03	-14.80	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.36 Staffe=721.	0.08	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					57			
8.72	9.72E-04	-1.96E-03	-14.77	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.53 Staffe=721.43	0.08	Verificata	21.80
9.17	9.74E-04	-1.96E-03	-14.74	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.71 Staffe=721.30	0.07	Verificata	21.80
9.61	9.75E-04	-1.96E-03	-14.72	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.88 Staffe=721.16	0.06	Verificata	21.80
10.06	9.77E-04	-1.96E-03	-14.69	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.06 Staffe=721.02	0.05	Verificata	21.80
10.51	9.79E-04	-1.96E-03	-14.66	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.24 Staffe=720.89	0.04	Verificata	21.80
10.96	9.80E-04	-1.96E-03	-14.63	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.42 Staffe=720.75	0.03	Verificata	21.80
11.40	9.82E-04	-1.96E-03	-14.60	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.60 Staffe=720.61	0.02	Verificata	21.80
11.85	9.84E-04	-1.96E-03	-14.58	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.78 Staffe=720.48	0.01	Verificata	21.80

Fase: 1 - Combinazione: 3

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0.19	CIRC 0.8/l=1.95	49.00	-0.49	-7.565	13Ø22	49.01	-427.72	877.38	Verificata
0.39	CIRC 0.8/l=1.95	50.19	-2.19	-11.347	13Ø22	50.19	-428.00	195.10	Verificata
0.58	CIRC	51.38	-3.90	-23.955	13Ø22	51.38	-428.27	109.81	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

	0.8/l=1.95								
0.77	CIRC 0.8/l=1.95	52.57	-8.04	-26.476	13Ø22	52.57	-428.55	53.28	Verificata
0.97	CIRC 0.8/l=1.95	53.76	-13.16	-28.998	13Ø22	53.77	-428.83	32.58	Verificata
1.16	CIRC 0.8/l=1.95	54.95	-19.01	-39.084	13Ø22	54.95	-429.10	22.57	Verificata
1.35	CIRC 0.8/l=1.95	56.15	-26.33	-44.758	13Ø22	56.15	-429.38	16.31	Verificata
1.55	CIRC 0.8/l=1.95	57.34	-35.22	-51.692	13Ø22	57.34	-429.65	12.20	Verificata
1.74	CIRC 0.8/l=1.95	58.53	-45.22	-60.517	13Ø22	58.54	-429.93	9.51	Verificata
1.93	CIRC 0.8/l=1.95	59.72	-56.79	-68.712	13Ø22	59.72	-430.20	7.57	Verificata
2.13	CIRC 0.8/l=1.95	60.91	-70.32	-75.016	13Ø22	60.90	-430.47	6.12	Verificata
2.32	CIRC 0.8/l=1.95	62.10	-84.83	-85.733	13Ø22	62.10	-430.75	5.08	Verificata
2.51	CIRC 0.8/l=1.95	63.29	-101.52	-93.297	13Ø22	63.29	-431.02	4.25	Verificata
2.71	CIRC 0.8/l=1.95	64.49	-119.68	-102.123	13Ø22	64.48	-431.30	3.60	Verificata
2.90	CIRC 0.8/l=1.95	65.68	-139.55	-98.801	13Ø22	65.68	-431.57	3.09	Verificata
3.35	CIRC 0.8/l=1.95	68.43	-183.74	-68.919	13Ø22	68.43	-432.21	2.35	Verificata
3.80	CIRC 0.8/l=1.95	71.19	-214.61	-42.679	13Ø22	71.19	-432.84	2.02	Verificata
4.24	CIRC 0.8/l=1.95	73.95	-233.71	-20.216	13Ø22	73.95	-433.48	1.85	Verificata
4.69	CIRC 0.8/l=1.95	76.71	-242.78	-1.055	13Ø22	76.71	-434.12	1.79	Verificata
5.14	CIRC 0.8/l=1.95	79.47	-243.27	13.886	13Ø22	79.47	-434.75	1.79	Verificata
5.59	CIRC 0.8/l=1.95	82.22	-237.05	25.900	13Ø22	82.23	-435.39	1.84	Verificata
6.03	CIRC 0.8/l=1.95	84.98	-225.47	35.328	13Ø22	84.99	-436.02	1.93	Verificata
6.48	CIRC 0.8/l=1.95	87.74	-209.66	42.254	13Ø22	87.74	-436.65	2.08	Verificata
6.93	CIRC 0.8/l=1.95	90.50	-190.75	46.835	13Ø22	90.50	-437.29	2.29	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

7.38	CIRC 0.8/l=1.95	93.26	-169.78	49.182	13Ø22	93.25	-437.92	2.58	Verificata
7.82	CIRC 0.8/l=1.95	96.02	-147.77	49.379	13Ø22	96.02	-438.56	2.97	Verificata
8.27	CIRC 0.8/l=1.95	98.77	-125.67	48.448	13Ø22	98.77	-439.19	3.49	Verificata
8.72	CIRC 0.8/l=1.95	101.53	-103.98	46.448	13Ø22	101.53	-439.83	4.23	Verificata
9.17	CIRC 0.8/l=1.95	104.29	-83.19	43.394	13Ø22	104.29	-440.46	5.29	Verificata
9.61	CIRC 0.8/l=1.95	107.05	-63.77	39.446	13Ø22	107.05	-441.09	6.92	Verificata
10.06	CIRC 0.8/l=1.95	109.81	-46.13	34.460	13Ø22	109.80	-441.72	9.58	Verificata
10.51	CIRC 0.8/l=1.95	112.56	-30.70	28.419	13Ø22	112.57	-442.35	14.41	Verificata
10.96	CIRC 0.8/l=1.95	115.32	-17.96	21.510	13Ø22	115.32	-442.98	24.66	Verificata
11.40	CIRC 0.8/l=1.95	118.08	-8.29	13.580	13Ø22	118.08	-443.61	53.53	Verificata
11.85	CIRC 0.8/l=1.95	120.84	-2.19	4.901	13Ø22	120.84	-444.24	202.50	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica taglio	Angolo inclinazione e puntoni [°]
0.19	9.41E-04	-1.96E-03	-15.32	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.21 Staffe=724.11	0.01	Verificata	21.80
0.39	9.41E-04	-1.96E-03	-15.31	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.28 Staffe=724.05	0.02	Verificata	21.80
0.58	9.42E-04	-1.96E-03	-15.30	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.35 Staffe=723.98	0.03	Verificata	21.80
0.77	9.43E-04	-1.96E-03	-15.28	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.43 Staffe=723.	0.04	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					92			
0.97	9.44E-04	-1.96E-03	-15.27	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.50 Staffe=723.86	0.04	Verificata	21.80
1.16	9.44E-04	-1.96E-03	-15.26	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.58 Staffe=723.80	0.05	Verificata	21.80
1.35	9.45E-04	-1.96E-03	-15.25	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.65 Staffe=723.74	0.06	Verificata	21.80
1.55	9.46E-04	-1.96E-03	-15.23	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.73 Staffe=723.67	0.07	Verificata	21.80
1.74	9.46E-04	-1.96E-03	-15.22	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.80 Staffe=723.61	0.08	Verificata	21.80
1.93	9.47E-04	-1.96E-03	-15.21	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.88 Staffe=723.55	0.09	Verificata	21.80
2.13	9.48E-04	-1.96E-03	-15.20	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.95 Staffe=723.49	0.10	Verificata	21.80
2.32	9.49E-04	-1.96E-03	-15.18	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.03 Staffe=723.43	0.12	Verificata	21.80
2.51	9.49E-04	-1.96E-03	-15.17	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.10 Staffe=723.37	0.13	Verificata	21.80
2.71	9.50E-04	-1.96E-03	-15.16	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.18 Staffe=723.31	0.14	Verificata	21.80
2.90	9.51E-04	-1.96E-03	-15.15	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.26 Staffe=723.	0.14	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					25			
3.35	9.52E-04	-1.96E-03	-15.12	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.43 Staffe=723.11	0.10	Verificata	21.80
3.80	9.54E-04	-1.96E-03	-15.09	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.61 Staffe=722.97	0.06	Verificata	21.80
4.24	9.56E-04	-1.96E-03	-15.06	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.78 Staffe=722.83	0.03	Verificata	21.80
4.69	9.57E-04	-1.96E-03	-15.03	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.96 Staffe=722.69	0.00	Verificata	21.80
5.14	9.59E-04	-1.96E-03	-15.00	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.13 Staffe=722.55	0.02	Verificata	21.80
5.59	9.61E-04	-1.96E-03	-14.97	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.31 Staffe=722.41	0.04	Verificata	21.80
6.03	9.62E-04	-1.96E-03	-14.94	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.48 Staffe=722.27	0.05	Verificata	21.80
6.48	9.64E-04	-1.96E-03	-14.92	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.66 Staffe=722.13	0.06	Verificata	21.80
6.93	9.66E-04	-1.96E-03	-14.89	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.83 Staffe=721.99	0.06	Verificata	21.80
7.38	9.67E-04	-1.96E-03	-14.86	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.01 Staffe=721.85	0.07	Verificata	21.80
7.82	9.69E-04	-1.96E-03	-14.83	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.18 Staffe=721.	0.07	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					71			
8.27	9.70E-04	-1.96E-03	-14.80	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.36 Staffe=721.57	0.07	Verificata	21.80
8.72	9.72E-04	-1.96E-03	-14.77	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.53 Staffe=721.43	0.06	Verificata	21.80
9.17	9.74E-04	-1.96E-03	-14.74	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.71 Staffe=721.30	0.06	Verificata	21.80
9.61	9.75E-04	-1.96E-03	-14.72	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.88 Staffe=721.16	0.05	Verificata	21.80
10.06	9.77E-04	-1.96E-03	-14.69	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.06 Staffe=721.02	0.05	Verificata	21.80
10.51	9.79E-04	-1.96E-03	-14.66	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.24 Staffe=720.89	0.04	Verificata	21.80
10.96	9.80E-04	-1.96E-03	-14.63	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.42 Staffe=720.75	0.03	Verificata	21.80
11.40	9.82E-04	-1.96E-03	-14.60	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.60 Staffe=720.61	0.02	Verificata	21.80
11.85	9.84E-04	-1.96E-03	-14.58	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.78 Staffe=720.48	0.01	Verificata	21.80

Fase: 1 - Combinazione: 4

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0.19	CIRC 0.8/l=1.95	49.00	-0.73	-17.651	13Ø22	49.01	-427.72	584.92	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

0.39	CIRC 0.8/l=1.95	50.19	-4.14	-25.216	13Ø22	50.19	-428.00	103.29	Verificata
0.58	CIRC 0.8/l=1.95	51.38	-9.26	-37.823	13Ø22	51.38	-428.27	46.24	Verificata
0.77	CIRC 0.8/l=1.95	52.57	-16.58	-47.909	13Ø22	52.57	-428.55	25.86	Verificata
0.97	CIRC 0.8/l=1.95	53.76	-25.84	-61.778	13Ø22	53.77	-428.83	16.60	Verificata
1.16	CIRC 0.8/l=1.95	54.95	-37.78	-70.603	13Ø22	54.95	-429.10	11.36	Verificata
1.35	CIRC 0.8/l=1.95	56.15	-51.43	-83.211	13Ø22	56.15	-429.38	8.35	Verificata
1.55	CIRC 0.8/l=1.95	57.34	-68.01	-93.297	13Ø22	57.34	-429.65	6.32	Verificata
1.74	CIRC 0.8/l=1.95	58.53	-86.17	-108.427	13Ø22	58.54	-429.93	4.99	Verificata
1.93	CIRC 0.8/l=1.95	59.72	-107.01	-120.404	13Ø22	59.72	-430.20	4.02	Verificata
2.13	CIRC 0.8/l=1.95	60.91	-130.16	-134.273	13Ø22	60.90	-430.47	3.31	Verificata
2.32	CIRC 0.8/l=1.95	62.10	-156.24	-144.359	13Ø22	62.10	-430.75	2.76	Verificata
2.51	CIRC 0.8/l=1.95	63.29	-184.28	-158.858	13Ø22	63.29	-431.02	2.34	Verificata
2.71	CIRC 0.8/l=1.95	64.49	-214.99	-168.944	13Ø22	64.48	-431.30	2.01	Verificata
2.90	CIRC 0.8/l=1.95	65.68	-247.67	-156.115	13Ø22	65.68	-431.57	1.74	Verificata
3.35	CIRC 0.8/l=1.95	68.43	-317.53	-103.566	13Ø22	68.43	-432.21	1.36	Verificata
3.80	CIRC 0.8/l=1.95	71.19	-363.90	-58.607	13Ø22	71.19	-432.84	1.19	Verificata
4.24	CIRC 0.8/l=1.95	73.95	-390.14	-20.727	13Ø22	73.95	-433.48	1.11	Verificata
4.69	CIRC 0.8/l=1.95	76.71	-399.40	10.176	13Ø22	76.71	-434.12	1.09	Verificata
5.14	CIRC 0.8/l=1.95	79.47	-394.84	33.268	13Ø22	79.47	-434.75	1.10	Verificata
5.59	CIRC 0.8/l=1.95	82.22	-379.96	51.017	13Ø22	82.23	-435.39	1.15	Verificata
6.03	CIRC 0.8/l=1.95	84.98	-357.12	64.061	13Ø22	84.99	-436.02	1.22	Verificata
6.48	CIRC	87.74	-328.45	72.940	13Ø22	87.74	-436.65	1.33	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

	0.8/l=1.95								
6.93	CIRC 0.8/l=1.95	90.50	-295.80	77.976	13Ø22	90.50	-437.29	1.48	Verificata
7.38	CIRC 0.8/l=1.95	93.26	-260.90	79.453	13Ø22	93.25	-437.92	1.68	Verificata
7.82	CIRC 0.8/l=1.95	96.02	-225.33	78.457	13Ø22	96.02	-438.56	1.95	Verificata
8.27	CIRC 0.8/l=1.95	98.77	-190.22	75.871	13Ø22	98.77	-439.19	2.31	Verificata
8.72	CIRC 0.8/l=1.95	101.53	-156.26	71.804	13Ø22	101.53	-439.83	2.81	Verificata
9.17	CIRC 0.8/l=1.95	104.29	-124.13	66.265	13Ø22	104.29	-440.46	3.55	Verificata
9.61	CIRC 0.8/l=1.95	107.05	-94.48	59.424	13Ø22	107.05	-441.09	4.67	Verificata
10.06	CIRC 0.8/l=1.95	109.81	-67.88	51.307	13Ø22	109.80	-441.72	6.51	Verificata
10.51	CIRC 0.8/l=1.95	112.56	-44.93	42.032	13Ø22	112.57	-442.35	9.85	Verificata
10.96	CIRC 0.8/l=1.95	115.32	-26.10	31.482	13Ø22	115.32	-442.98	16.97	Verificata
11.40	CIRC 0.8/l=1.95	118.08	-12.00	19.825	13Ø22	118.08	-443.61	36.95	Verificata
11.85	CIRC 0.8/l=1.95	120.84	-3.12	6.960	13Ø22	120.84	-444.24	142.24	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica taglio	Angolo inclinazione e puntoni [°]
0.19	9.41E-04	-1.96E-03	-15.32	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.21 Staffe=724.11	0.02	Verificata	21.80
0.39	9.41E-04	-1.96E-03	-15.31	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.28 Staffe=724.05	0.03	Verificata	21.80
0.58	9.42E-04	-1.96E-03	-15.30	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.35 Staffe=723.98	0.05	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

0.77	9.43E-04	-1.96E-03	-15.28	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.43 Staffe=723.92	0.07	Verificata	21.80
0.97	9.44E-04	-1.96E-03	-15.27	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.50 Staffe=723.86	0.09	Verificata	21.80
1.16	9.44E-04	-1.96E-03	-15.26	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.58 Staffe=723.80	0.10	Verificata	21.80
1.35	9.45E-04	-1.96E-03	-15.25	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.65 Staffe=723.74	0.11	Verificata	21.80
1.55	9.46E-04	-1.96E-03	-15.23	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.73 Staffe=723.67	0.13	Verificata	21.80
1.74	9.46E-04	-1.96E-03	-15.22	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.80 Staffe=723.61	0.15	Verificata	21.80
1.93	9.47E-04	-1.96E-03	-15.21	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.88 Staffe=723.55	0.17	Verificata	21.80
2.13	9.48E-04	-1.96E-03	-15.20	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.95 Staffe=723.49	0.19	Verificata	21.80
2.32	9.49E-04	-1.96E-03	-15.18	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.03 Staffe=723.43	0.20	Verificata	21.80
2.51	9.49E-04	-1.96E-03	-15.17	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.10 Staffe=723.37	0.22	Verificata	21.80
2.71	9.50E-04	-1.96E-03	-15.16	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.18 Staffe=723.31	0.23	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

2.90	9.51E-04	-1.96E-03	-15.15	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.26 Staffe=723.25	0.22	Verificata	21.80
3.35	9.52E-04	-1.96E-03	-15.12	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.43 Staffe=723.11	0.14	Verificata	21.80
3.80	9.54E-04	-1.96E-03	-15.09	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.61 Staffe=722.97	0.08	Verificata	21.80
4.24	9.56E-04	-1.96E-03	-15.06	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.78 Staffe=722.83	0.03	Verificata	21.80
4.69	9.57E-04	-1.96E-03	-15.03	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.96 Staffe=722.69	0.01	Verificata	21.80
5.14	9.59E-04	-1.96E-03	-15.00	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.13 Staffe=722.55	0.05	Verificata	21.80
5.59	9.61E-04	-1.96E-03	-14.97	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.31 Staffe=722.41	0.07	Verificata	21.80
6.03	9.62E-04	-1.96E-03	-14.94	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.48 Staffe=722.27	0.09	Verificata	21.80
6.48	9.64E-04	-1.96E-03	-14.92	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.66 Staffe=722.13	0.10	Verificata	21.80
6.93	9.66E-04	-1.96E-03	-14.89	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.83 Staffe=721.99	0.11	Verificata	21.80
7.38	9.67E-04	-1.96E-03	-14.86	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.01 Staffe=721.85	0.11	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

7.82	9.69E-04	-1.96E-03	-14.83	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.18 Staffe=721.71	0.11	Verificata	21.80
8.27	9.70E-04	-1.96E-03	-14.80	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.36 Staffe=721.57	0.11	Verificata	21.80
8.72	9.72E-04	-1.96E-03	-14.77	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.53 Staffe=721.43	0.10	Verificata	21.80
9.17	9.74E-04	-1.96E-03	-14.74	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.71 Staffe=721.30	0.09	Verificata	21.80
9.61	9.75E-04	-1.96E-03	-14.72	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.88 Staffe=721.16	0.08	Verificata	21.80
10.06	9.77E-04	-1.96E-03	-14.69	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.06 Staffe=721.02	0.07	Verificata	21.80
10.51	9.79E-04	-1.96E-03	-14.66	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.24 Staffe=720.89	0.06	Verificata	21.80
10.96	9.80E-04	-1.96E-03	-14.63	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.42 Staffe=720.75	0.04	Verificata	21.80
11.40	9.82E-04	-1.96E-03	-14.60	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.60 Staffe=720.61	0.03	Verificata	21.80
11.85	9.84E-04	-1.96E-03	-14.58	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.78 Staffe=720.48	0.01	Verificata	21.80

Fase: 1 - Combinazione: 5

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica	Ver. Flessione
----------	-----------------	-----------	------------	-----------	----------------------	------------	-------------	-------------------	-------------------

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

								Flessione	
0.19	CIRC 0.8/l=1.95	49.00	-0.98	-13.869	13Ø22	49.01	-427.72	438.69	Verificata
0.39	CIRC 0.8/l=1.95	50.19	-3.66	-23.955	13Ø22	50.19	-428.00	117.06	Verificata
0.58	CIRC 0.8/l=1.95	51.38	-8.29	-35.302	13Ø22	51.38	-428.27	51.68	Verificata
0.77	CIRC 0.8/l=1.95	52.57	-14.87	-44.127	13Ø22	52.57	-428.55	28.82	Verificata
0.97	CIRC 0.8/l=1.95	53.76	-23.89	-52.953	13Ø22	53.77	-428.83	17.95	Verificata
1.16	CIRC 0.8/l=1.95	54.95	-34.13	-65.560	13Ø22	54.95	-429.10	12.57	Verificata
1.35	CIRC 0.8/l=1.95	56.15	-46.68	-78.798	13Ø22	56.15	-429.38	9.20	Verificata
1.55	CIRC 0.8/l=1.95	57.34	-61.67	-88.254	13Ø22	57.34	-429.65	6.97	Verificata
1.74	CIRC 0.8/l=1.95	58.53	-78.85	-98.971	13Ø22	58.54	-429.93	5.45	Verificata
1.93	CIRC 0.8/l=1.95	59.72	-98.11	-110.318	13Ø22	59.72	-430.20	4.38	Verificata
2.13	CIRC 0.8/l=1.95	60.91	-119.56	-122.926	13Ø22	60.90	-430.47	3.60	Verificata
2.32	CIRC 0.8/l=1.95	62.10	-143.33	-134.903	13Ø22	62.10	-430.75	3.01	Verificata
2.51	CIRC 0.8/l=1.95	63.29	-169.53	-147.511	13Ø22	63.29	-431.02	2.54	Verificata
2.71	CIRC 0.8/l=1.95	64.49	-197.93	-157.597	13Ø22	64.48	-431.30	2.18	Verificata
2.90	CIRC 0.8/l=1.95	65.68	-228.55	-145.701	13Ø22	65.68	-431.57	1.89	Verificata
3.35	CIRC 0.8/l=1.95	68.43	-293.83	-96.895	13Ø22	68.43	-432.21	1.47	Verificata
3.80	CIRC 0.8/l=1.95	71.19	-337.23	-55.033	13Ø22	71.19	-432.84	1.28	Verificata
4.24	CIRC 0.8/l=1.95	73.95	-361.85	-19.774	13Ø22	73.95	-433.48	1.20	Verificata
4.69	CIRC 0.8/l=1.95	76.71	-370.68	9.036	13Ø22	76.71	-434.12	1.17	Verificata
5.14	CIRC 0.8/l=1.95	79.47	-366.64	30.614	13Ø22	79.47	-434.75	1.19	Verificata
5.59	CIRC 0.8/l=1.95	82.22	-352.95	47.146	13Ø22	82.23	-435.39	1.23	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

6.03	CIRC 0.8/l=1.95	84.98	-331.83	59.347	13Ø22	84.99	-436.02	1.31	Verificata
6.48	CIRC 0.8/l=1.95	87.74	-305.27	67.660	13Ø22	87.74	-436.65	1.43	Verificata
6.93	CIRC 0.8/l=1.95	90.50	-274.98	72.395	13Ø22	90.50	-437.29	1.59	Verificata
7.38	CIRC 0.8/l=1.95	93.26	-242.57	73.814	13Ø22	93.25	-437.92	1.81	Verificata
7.82	CIRC 0.8/l=1.95	96.02	-209.53	72.910	13Ø22	96.02	-438.56	2.09	Verificata
8.27	CIRC 0.8/l=1.95	98.77	-176.89	70.527	13Ø22	98.77	-439.19	2.48	Verificata
8.72	CIRC 0.8/l=1.95	101.53	-145.33	66.741	13Ø22	101.53	-439.83	3.03	Verificata
9.17	CIRC 0.8/l=1.95	104.29	-115.46	61.628	13Ø22	104.29	-440.46	3.81	Verificata
9.61	CIRC 0.8/l=1.95	107.05	-87.88	55.238	13Ø22	107.05	-441.09	5.02	Verificata
10.06	CIRC 0.8/l=1.95	109.81	-63.15	47.699	13Ø22	109.80	-441.72	7.00	Verificata
10.51	CIRC 0.8/l=1.95	112.56	-41.79	39.071	13Ø22	112.57	-442.35	10.59	Verificata
10.96	CIRC 0.8/l=1.95	115.32	-24.30	29.321	13Ø22	115.32	-442.98	18.23	Verificata
11.40	CIRC 0.8/l=1.95	118.08	-11.17	18.447	13Ø22	118.08	-443.61	39.70	Verificata
11.85	CIRC 0.8/l=1.95	120.84	-2.92	6.518	13Ø22	120.84	-444.24	152.27	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica taglio	Angolo inclinazione e puntoni [°]
0.19	9.41E-04	-1.96E-03	-15.32	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.21 Staffe=724.11	0.02	Verificata	21.80
0.39	9.41E-04	-1.96E-03	-15.31	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.28 Staffe=724.05	0.03	Verificata	21.80
0.58	9.42E-04	-1.96E-03	-15.30	17.5Ø12	Calcestruzzo	0.05	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					o=1003.35 Staffe=723.98			
0.77	9.43E-04	-1.96E-03	-15.28	17.5Ø12	Calcestruzz o=1003.43 Staffe=723.92	0.06	Verificata	21.80
0.97	9.44E-04	-1.96E-03	-15.27	17.5Ø12	Calcestruzz o=1003.50 Staffe=723.86	0.07	Verificata	21.80
1.16	9.44E-04	-1.96E-03	-15.26	17.5Ø12	Calcestruzz o=1003.58 Staffe=723.80	0.09	Verificata	21.80
1.35	9.45E-04	-1.96E-03	-15.25	17.5Ø12	Calcestruzz o=1003.65 Staffe=723.74	0.11	Verificata	21.80
1.55	9.46E-04	-1.96E-03	-15.23	17.5Ø12	Calcestruzz o=1003.73 Staffe=723.67	0.12	Verificata	21.80
1.74	9.46E-04	-1.96E-03	-15.22	17.5Ø12	Calcestruzz o=1003.80 Staffe=723.61	0.14	Verificata	21.80
1.93	9.47E-04	-1.96E-03	-15.21	17.5Ø12	Calcestruzz o=1003.88 Staffe=723.55	0.15	Verificata	21.80
2.13	9.48E-04	-1.96E-03	-15.20	17.5Ø12	Calcestruzz o=1003.95 Staffe=723.49	0.17	Verificata	21.80
2.32	9.49E-04	-1.96E-03	-15.18	17.5Ø12	Calcestruzz o=1004.03 Staffe=723.43	0.19	Verificata	21.80
2.51	9.49E-04	-1.96E-03	-15.17	17.5Ø12	Calcestruzz o=1004.10 Staffe=723.37	0.20	Verificata	21.80
2.71	9.50E-04	-1.96E-03	-15.16	17.5Ø12	Calcestruzz	0.22	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					o=1004.18 Staffe=723.31			
2.90	9.51E-04	-1.96E-03	-15.15	17.5Ø12	Calcestruzz o=1004.26 Staffe=723.25	0.20	Verificata	21.80
3.35	9.52E-04	-1.96E-03	-15.12	17.5Ø12	Calcestruzz o=1004.43 Staffe=723.11	0.13	Verificata	21.80
3.80	9.54E-04	-1.96E-03	-15.09	17.5Ø12	Calcestruzz o=1004.61 Staffe=722.97	0.08	Verificata	21.80
4.24	9.56E-04	-1.96E-03	-15.06	17.5Ø12	Calcestruzz o=1004.78 Staffe=722.83	0.03	Verificata	21.80
4.69	9.57E-04	-1.96E-03	-15.03	17.5Ø12	Calcestruzz o=1004.96 Staffe=722.69	0.01	Verificata	21.80
5.14	9.59E-04	-1.96E-03	-15.00	17.5Ø12	Calcestruzz o=1005.13 Staffe=722.55	0.04	Verificata	21.80
5.59	9.61E-04	-1.96E-03	-14.97	17.5Ø12	Calcestruzz o=1005.31 Staffe=722.41	0.07	Verificata	21.80
6.03	9.62E-04	-1.96E-03	-14.94	17.5Ø12	Calcestruzz o=1005.48 Staffe=722.27	0.08	Verificata	21.80
6.48	9.64E-04	-1.96E-03	-14.92	17.5Ø12	Calcestruzz o=1005.66 Staffe=722.13	0.09	Verificata	21.80
6.93	9.66E-04	-1.96E-03	-14.89	17.5Ø12	Calcestruzz o=1005.83 Staffe=721.99	0.10	Verificata	21.80
7.38	9.67E-04	-1.96E-03	-14.86	17.5Ø12	Calcestruzz	0.10	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

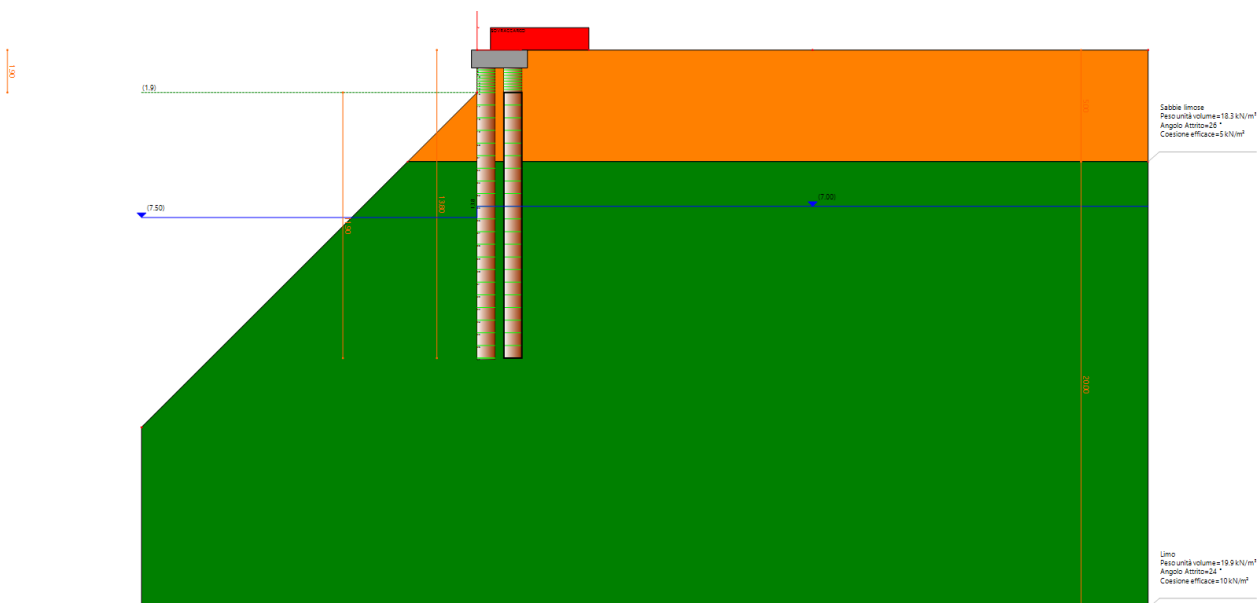
					o=1006.01 Staffe=721.85			
7.82	9.69E-04	-1.96E-03	-14.83	17.5Ø12	Calcestruzz o=1006.18 Staffe=721.71	0.10	Verificata	21.80
8.27	9.70E-04	-1.96E-03	-14.80	17.5Ø12	Calcestruzz o=1006.36 Staffe=721.57	0.10	Verificata	21.80
8.72	9.72E-04	-1.96E-03	-14.77	17.5Ø12	Calcestruzz o=1006.53 Staffe=721.43	0.09	Verificata	21.80
9.17	9.74E-04	-1.96E-03	-14.74	17.5Ø12	Calcestruzz o=1006.71 Staffe=721.30	0.09	Verificata	21.80
9.61	9.75E-04	-1.96E-03	-14.72	17.5Ø12	Calcestruzz o=1006.88 Staffe=721.16	0.08	Verificata	21.80
10.06	9.77E-04	-1.96E-03	-14.69	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.06 Staffe=721.02	0.07	Verificata	21.80
10.51	9.79E-04	-1.96E-03	-14.66	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.24 Staffe=720.89	0.05	Verificata	21.80
10.96	9.80E-04	-1.96E-03	-14.63	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.42 Staffe=720.75	0.04	Verificata	21.80
11.40	9.82E-04	-1.96E-03	-14.60	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.60 Staffe=720.61	0.03	Verificata	21.80
11.85	9.84E-04	-1.96E-03	-14.58	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.78 Staffe=720.48	0.01	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Sezione B relativa al tratto II



Archivio materiali

CONGLOMERATI

Nr.	Classe calcestruzzo	fck,cubi [MPa]	Ec [MPa]	fck [MPa]	fcd [MPa]	fctd [MPa]	fctm [MPa]
1	C20/25	25	29960	20	11.33	1.03	2.21
2	C25/30	30	31470	25	14.16	1.19	2.56
3	C28/35	35	32300	28	15.86	1.28	2.76
4	C40/50	50	35220	40	19.83	1.49	3.2

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [MPa]	fyk [MPa]	fyd [MPa]	ftk [MPa]	ftd [MPa]	ep_tk	epd_ult	$\beta 1 * \beta 2$ in.	$\beta 1 * \beta 2$ fin.
1	B450C	200000	450	391.3	540	391.3	.075	.0675	1	0.5
2	B450C*	200000	450	391.3	540	450	.05	.04	1	0.5
3	S235H	210000	235	204.35	360	204.35	0.05	0.04	1	0.5
4	S275H	210000	275	239.13	430	239.13	0.05	0.04	1	0.5
5	S355H	210000	355	308.7	510	308.7	0.05	0.04	1	0.5
6	C1860	200205	1600	1116	1860	1116	0.05	0.04	1	0.5

GEOMETRIA SEZIONE

Sezione

Circolare Barre

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Calcestruzzo	C25/30
Acciaio	B450C
Nome	CIRC 0.8/l=4.55
Diametro	0.8 m
Disposizione	Doppia Fila
Interasse ly	4.55 m
Interasse lx	1.2 m

Dati generali FEM

Massimo spostamento lineare terreno	1.5 cm
Fattore tolleranza spostamento	0.03 cm
Tipo analisi	Lineare
Massimo numero di iterazioni	10
Fattore riduzione molla fondo scavo	1
Profondità infissione iniziale	10.4 m
Incremento profondità infissione	0 m
Numero di elementi	36
Numero nodo di fondo scavo	16

Stratigrafia

Fase: 1

Nr.	Peso specifico [kN/m ³]	Peso specifico saturo [kN/m ³]	Coesione [kN/m ²]	Angolo attrito [°]	O.C.R.	Modulo edometrico [kN/m ²]	Attrito terra muro monte [°]	Attrito terra muro valle [°]	Spessore [m]	Inclinazione [°]	Descrizione
1	18.3	19.2	5.0	26.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	Sabbie limose
2	19.9	20.0	10.0	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	Limo

Calcolo coefficienti sismici

Dati generali

Descrizione zona	
Latitudine	0.0000 [°]
Longitudine	0.0000 [°]

Dati opera

Tipo opera	Opere ordinarie
------------	-----------------

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Classe d'uso III
 Vita nominale 100 [anni]
 Vita di riferimento 150 [anni]

Parametri sismici su un sito di riferimento

Categoria sottosuolo C
 Categoria topografica T1

SL	Tr [Anni]	ag [m/sec ²]	F0 [-]	TS* [sec]
SLO	90	0.66	2.57	0.29
SLD	151	0.79	2.57	0.30
SLV	1424	1.70	2.52	0.33
SLC	2475	2.00	2.52	0.34

Coefficienti sismici orizzontale e verticale

Opera: SLC

SL	Amax [m/sec ²]	beta [-]	kh [-]	kv [-]
SLO	0.99	0.56	0.05	0.02
SLD	1.18	0.56	0.06	0.03
SLV	2.44	0.56	0.12	0.06
SLC	2.78	0.56	0.13	0.07

Carichi

Fase: 1

Descrizione	Tipo	Xi [m]	Xf [m]	Yi [m]	Yf [m]	Profondità [m]	Valore [kN]-[kPa]
SOVRACCARI CO	Uniformi	0.6	5	0	0	0	66

Analisi Paratia Metodo calcolo: FEM

Profondità massima di infissione 10.4 [m]

Fase: 1 Analisi geotecnica Fase: 1 - Combinazione: 1

Altezza scavo 1.9 [m]
 Tipo: S.L.U. [STR]
 Nome: A1+M1+R1

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Coefficienti sismici:

$K_h = 0$, $K_v = 0$

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1.3
3	Spinta falda	1.5
4	Spinta sismica x	0
5	Spinta sismica y	0
6	SOVRACCARICO	1.3

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

10.40 [m]

Pressione massima terreno

53.08 [kPa]

Momento massimo

150.45 [kNm/m]

Taglio massimo

81.91 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0.13	36.61	49.38	-0.25	-7.89	0.1271	--
0.25	37.78	49.72	-1.25	-15.79	0.1233	--
0.38	38.96	50.06	-3.25	-20.72	0.1196	--
0.51	40.14	50.41	-5.88	-22.70	0.1159	--
0.63	41.31	50.75	-8.88	-28.62	0.1122	--

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

0.76	42.49	51.09	-12.25	-34.54	0.1085	--
0.89	43.67	51.43	-16.75	-40.46	0.1048	--
1.01	44.84	51.78	-21.81	-45.89	0.1011	--
1.14	46.02	52.12	-27.56	-48.36	0.0975	--
1.27	47.19	52.46	-33.75	-53.78	0.0938	--
1.39	48.37	52.81	-40.63	-59.21	0.0902	--
1.52	49.55	53.15	-48.19	-67.11	0.0866	--
1.65	50.72	53.49	-56.69	-74.51	0.0830	--
1.77	51.90	53.84	-66.00	-81.91	0.0794	--
1.90	53.08	54.18	-76.32	-75.51	0.0759	93778.05
2.40	--	55.52	-113.71	-46.40	0.0627	93778.05
2.89	-47.25	56.86	-136.69	-23.01	0.0504	93778.05
3.39	-36.85	58.20	-148.09	-4.77	0.0393	93778.05
3.88	-27.66	59.54	-150.45	8.94	0.0295	93778.05
4.38	-19.70	60.89	-146.02	18.71	0.0210	93778.05
4.87	-12.95	62.23	-136.75	25.07	0.0138	93778.05
5.37	-6.68	63.57	-124.33	28.41	0.0078	85512.09
5.86	-2.48	64.91	-110.27	29.64	0.0029	85512.09
6.36	0.88	66.25	-95.59	29.20	-0.0010	85512.09
6.85	3.53	67.59	-81.13	27.46	-0.0041	85512.09
7.35	5.56	68.93	-67.53	24.80	-0.0065	85512.09
7.84	3.97	70.28	-55.25	22.70	-0.0083	47994.43
8.34	4.59	71.62	-44.01	20.43	-0.0096	47994.43
8.83	5.02	72.96	-33.89	17.95	-0.0105	47994.43
9.33	5.31	74.30	-25.00	15.32	-0.0111	47994.43
9.82	5.49	75.64	-17.40	12.61	-0.0114	47994.43
10.32	5.59	76.98	-11.16	9.84	-0.0117	47994.43
10.81	5.65	78.32	-6.29	7.04	-0.0118	47994.43
11.31	5.68	79.66	-2.80	4.24	-0.0118	47994.43
11.80	5.70	81.01	-0.70	1.41	-0.0119	47994.43

Fase: 1 - Combinazione: 2

Altezza scavo

1.9 [m]

Tipo:

S.L.U. [GEO]

Nome:

A2+M2+R1

Coefficienti sismici:

Kh = 0, Kv = 0

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1.3
3	Spinta falda	1.3
4	Spinta sismica x	0

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

5	Spinta sismica y	0
6	SOVRACCARICO	1.3

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1.25
2	Coesione efficace	1.25
3	Resistenza non drenata	1.4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione	10.40 [m]
Pressione massima terreno	66.89 [kPa]
Momento massimo	206.59 [kNm/m]
Taglio massimo	105.59 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0.13	46.96	49.38	-0.25	-11.84	0.2339	--
0.25	48.39	49.72	-1.75	-19.74	0.2278	--
0.38	49.81	50.06	-4.75	-23.68	0.2217	--
0.51	51.23	50.41	-8.00	-31.58	0.2156	--
0.63	52.66	50.75	-12.00	-39.47	0.2095	--
0.76	54.08	51.09	-16.63	-43.42	0.2034	--
0.89	55.50	51.43	-22.13	-56.25	0.1973	--
1.01	56.93	51.78	-29.38	-55.26	0.1913	--
1.14	58.35	52.12	-36.50	-61.18	0.1852	--
1.27	59.77	52.46	-44.38	-67.11	0.1792	--
1.39	61.20	52.81	-52.63	-76.97	0.1732	--
1.52	62.62	53.15	-62.75	-81.91	0.1673	--

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

1.65	64.04	53.49	-73.00	-95.72	0.1613	--
1.77	65.47	53.84	-85.00	-105.59	0.1555	--
1.90	66.89	54.18	-98.13	-98.94	0.1496	52324.60
2.40	--	55.52	-147.12	-65.94	0.1274	52324.60
2.89	-55.71	56.86	-179.77	-38.37	0.1065	52324.60
3.39	-45.57	58.20	-198.79	-15.76	0.0871	52324.60
3.88	-36.34	59.54	-206.59	2.21	0.0694	52324.60
4.38	-28.06	60.89	-205.49	16.12	0.0536	52324.60
4.87	-20.72	62.23	-197.51	26.32	0.0396	52324.60
5.37	-13.20	63.57	-184.48	32.90	0.0273	48359.15
5.86	-8.04	64.91	-168.19	36.88	0.0166	48359.15
6.36	-3.60	66.25	-149.92	38.66	0.0074	48359.15
6.85	0.21	67.59	-130.77	38.56	-0.0004	48359.15
7.35	3.46	68.93	-111.68	36.91	-0.0071	48359.15
7.84	3.50	70.28	-93.40	35.06	-0.0129	27198.92
8.34	4.84	71.62	-76.03	32.67	-0.0178	27198.92
8.83	5.99	72.96	-59.86	29.71	-0.0220	27198.92
9.33	6.99	74.30	-45.15	26.25	-0.0257	27198.92
9.82	7.89	75.64	-32.14	22.35	-0.0290	27198.92
10.32	8.71	76.98	-21.08	18.03	-0.0320	27198.92
10.81	9.48	78.32	-12.15	13.33	-0.0349	27198.92
11.31	10.22	79.66	-5.55	8.31	-0.0376	27198.92
11.80	10.95	81.01	-1.42	2.88	-0.0402	27198.92

Fase: 1 - Combinazione: 3

Altezza scavo 1.9 [m]
 Tipo: S.L.U. [STR-HYD]
 Nome: HYD
 Coefficienti sismici: Kh = 0, Kv = 0
 Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	0
5	Spinta sismica y	0
6	SOVRACCARICO	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1.25

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

2	Coesione efficace	1.25
3	Resistenza non drenata	1.4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione	10.40 [m]
Pressione massima terreno	42.10 [kPa]
Momento massimo	124.01 [kNm/m]
Taglio massimo	62.66 [kN/m]
Gradiente critico	1.03
Gradiente idraulico	0.03
Fattore sicurezza a sifonamento	32.36
Fattore sicurezza sollevamento	23.74

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0.13	26.77	49.38	-0.13	-8.88	0.1408	--
0.25	27.87	49.72	-0.88	-12.83	0.1372	--
0.38	28.96	50.06	-2.75	-14.80	0.1335	--
0.51	30.06	50.41	-4.63	-19.74	0.1299	--
0.63	31.15	50.75	-6.88	-21.71	0.1262	--
0.76	32.25	51.09	-9.50	-28.62	0.1225	--
0.89	33.34	51.43	-13.00	-31.58	0.1189	--
1.01	34.44	51.78	-17.00	-32.57	0.1153	--
1.14	35.53	52.12	-21.13	-38.49	0.1116	--
1.27	36.63	52.46	-25.88	-40.46	0.1080	--
1.39	37.72	52.81	-30.88	-46.38	0.1044	--
1.52	38.82	53.15	-36.75	-49.84	0.1008	--
1.65	39.91	53.49	-43.06	-56.74	0.0973	--
1.77	41.01	53.84	-50.19	-62.66	0.0937	--

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto - 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

1.90	42.10	54.18	-58.08	-59.93	0.0902	52324.60
2.40	--	55.52	-87.76	-40.02	0.0769	52324.60
2.89	-33.62	56.86	-107.59	-23.39	0.0643	52324.60
3.39	-27.52	58.20	-119.17	-9.76	0.0526	52324.60
3.88	-21.96	59.54	-124.01	1.14	0.0420	52324.60
4.38	-16.97	60.89	-123.44	9.53	0.0324	52324.60
4.87	-12.54	62.23	-118.72	15.70	0.0240	52324.60
5.37	-8.01	63.57	-110.95	19.70	0.0166	48359.15
5.86	-4.90	64.91	-101.19	22.13	0.0101	48359.15
6.36	-2.22	66.25	-90.23	23.22	0.0046	48359.15
6.85	0.08	67.59	-78.73	23.18	-0.0002	48359.15
7.35	2.04	68.93	-67.25	22.20	-0.0042	48359.15
7.84	2.09	70.28	-56.25	21.10	-0.0077	27198.92
8.34	2.90	71.62	-45.80	19.67	-0.0107	27198.92
8.83	3.59	72.96	-36.06	17.89	-0.0132	27198.92
9.33	4.20	74.30	-27.20	15.81	-0.0155	27198.92
9.82	4.75	75.64	-19.37	13.46	-0.0175	27198.92
10.32	5.25	76.98	-12.71	10.87	-0.0193	27198.92
10.81	5.71	78.32	-7.33	8.04	-0.0210	27198.92
11.31	6.16	79.66	-3.34	5.01	-0.0226	27198.92
11.80	6.60	81.01	-0.86	1.75	-0.0243	27198.92

Fase: 1 - Combinazione: 4

Altezza scavo

1.9 [m]

Tipo:

S.L.U. [STR]

Nome:

SISMA

Coefficienti sismici:

Kh = 0.1184, Kv = 0.0592

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	1
5	Spinta sismica y	1
6	SOVRACCARICO	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto - 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1.35
2	Laterale compressione	1.15
3	Totale	1.3
4	Laterale trazione	1.25
5	Orizzontale	1.3

Profondità di infissione	10.40 [m]
Pressione massima terreno	64.22 [kPa]
Momento massimo	202.14 [kNm/m]
Taglio massimo	109.54 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0.13	54.30	49.38	-0.25	-14.80	0.1698	--
0.25	55.01	49.72	-2.00	-20.72	0.1648	--
0.38	55.72	50.06	-4.75	-27.63	0.1598	--
0.51	56.42	50.41	-8.50	-33.55	0.1549	--
0.63	57.13	50.75	-12.88	-39.47	0.1499	--
0.76	57.84	51.09	-17.75	-49.34	0.1449	--
0.89	58.55	51.43	-24.13	-55.26	0.1399	--
1.01	59.26	51.78	-31.13	-63.16	0.1350	--
1.14	59.97	52.12	-39.25	-68.09	0.1301	--
1.27	60.68	52.46	-47.88	-73.03	0.1251	--
1.39	61.38	52.81	-57.25	-81.91	0.1203	--
1.52	62.09	53.15	-67.63	-90.79	0.1154	--
1.65	62.80	53.49	-79.00	-100.66	0.1106	--
1.77	63.51	53.84	-91.75	-109.54	0.1058	--
1.90	64.22	54.18	-105.47	-99.43	0.1011	93778.05
2.40	--	55.52	-154.71	-60.71	0.0834	93778.05
2.89	-62.77	56.86	-184.77	-29.64	0.0669	93778.05
3.39	-48.88	58.20	-199.45	-5.42	0.0521	93778.05
3.88	-36.61	59.54	-202.14	12.73	0.0390	93778.05
4.38	-26.00	60.89	-195.83	25.61	0.0277	93778.05
4.87	-17.01	62.23	-183.15	33.97	0.0181	93778.05

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto - 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

5.37	-8.68	63.57	-166.33	38.30	0.0102	85512.09
5.86	-3.10	64.91	-147.36	39.84	0.0036	85512.09
6.36	1.36	66.25	-127.64	39.16	-0.0016	85512.09
6.85	4.86	67.59	-108.24	36.75	-0.0057	85512.09
7.35	7.55	68.93	-90.04	33.15	-0.0088	85512.09
7.84	5.36	70.28	-73.63	30.31	-0.0112	47994.43
8.34	6.17	71.62	-58.61	27.26	-0.0129	47994.43
8.83	6.74	72.96	-45.11	23.93	-0.0140	47994.43
9.33	7.11	74.30	-33.26	20.42	-0.0148	47994.43
9.82	7.34	75.64	-23.15	16.79	-0.0153	47994.43
10.32	7.47	76.98	-14.83	13.09	-0.0156	47994.43
10.81	7.53	78.32	-8.35	9.37	-0.0157	47994.43
11.31	7.56	79.66	-3.71	5.62	-0.0158	47994.43
11.80	7.57	81.01	-0.93	1.87	-0.0158	47994.43

Fase: 1 - Combinazione: 5

Altezza scavo

1.9 [m]

Tipo:

S.L.E. [STR]

Nome:

ESERCIZIO

Coefficienti sismici:

Kh = 0.0571, Kv = 0.0285

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	1
5	Spinta sismica y	1
6	SOVRACCARICO	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto - 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione	10.40 [m]
Pressione massima terreno	61.24 [kPa]
Momento massimo	188.69 [kNm/m]
Taglio massimo	101.64 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0.13	49.75	49.38	-0.38	-10.86	0.1587	--
0.25	50.57	49.72	-1.88	-18.75	0.1540	--
0.38	51.39	50.06	-4.50	-24.67	0.1494	--
0.51	52.21	50.41	-7.75	-30.59	0.1447	--
0.63	53.04	50.75	-11.63	-39.47	0.1401	--
0.76	53.86	51.09	-16.50	-43.42	0.1354	--
0.89	54.68	51.43	-22.13	-54.28	0.1308	--
1.01	55.50	51.78	-28.75	-58.22	0.1262	--
1.14	56.32	52.12	-36.13	-65.13	0.1216	--
1.27	57.14	52.46	-44.25	-67.11	0.1170	--
1.39	57.96	52.81	-53.00	-75.00	0.1124	--
1.52	58.78	53.15	-62.63	-84.87	0.1079	--
1.65	59.60	53.49	-73.19	-94.74	0.1034	--
1.77	60.42	53.84	-85.06	-101.64	0.0990	--
1.90	61.24	54.18	-97.92	-93.19	0.0946	93778.05
2.40	--	55.52	-144.06	-56.97	0.0780	93778.05
2.89	-58.73	56.86	-172.27	-27.91	0.0626	93778.05
3.39	-45.74	58.20	-186.09	-5.24	0.0488	93778.05
3.88	-34.27	59.54	-188.69	11.75	0.0365	93778.05
4.38	-24.36	60.89	-182.87	23.82	0.0260	93778.05
4.87	-15.95	62.23	-171.07	31.66	0.0170	93778.05
5.37	-8.16	63.57	-155.39	35.73	0.0095	85512.09
5.86	-2.94	64.91	-137.70	37.18	0.0034	85512.09
6.36	1.24	66.25	-119.29	36.57	-0.0014	85512.09
6.85	4.52	67.59	-101.18	34.33	-0.0053	85512.09
7.35	7.03	68.93	-84.17	30.97	-0.0082	85512.09
7.84	5.00	70.28	-68.84	28.33	-0.0104	47994.43
8.34	5.76	71.62	-54.81	25.48	-0.0120	47994.43

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

8.83	6.29	72.96	-42.19	22.37	-0.0131	47994.43
9.33	6.64	74.30	-31.11	19.09	-0.0138	47994.43
9.82	6.86	75.64	-21.65	15.70	-0.0143	47994.43
10.32	6.98	76.98	-13.88	12.25	-0.0145	47994.43
10.81	7.04	78.32	-7.81	8.76	-0.0147	47994.43
11.31	7.07	79.66	-3.47	5.26	-0.0147	47994.43
11.80	7.08	81.01	-0.87	1.75	-0.0148	47994.43

Carico limite verticale**Fase 1 Combinazione 1**

Fattore Nc	15.972
Fattore Nq	8.111
Carico limite punta	491.682 kN
Carico limite laterale	1008.749 kN
Carico limite totale	1500.431 kN

Forza verticale agente	184.288 kN
Fattore sicurezza	8.142

Fase 1 Combinazione 2

Fattore Nc	15.972
Fattore Nq	8.111
Carico limite punta	491.682 kN
Carico limite laterale	1008.749 kN
Carico limite totale	1500.431 kN

Forza verticale agente	184.288 kN
Fattore sicurezza	8.142

Fase 1 Combinazione 3

Fattore Nc	15.972
Fattore Nq	8.111
Carico limite punta	491.682 kN
Carico limite laterale	1008.749 kN
Carico limite totale	1500.431 kN

Forza verticale agente	184.288 kN
Fattore sicurezza	8.142

Fase 1 Combinazione 4

Fattore Nc	15.972
Fattore Nq	8.111
Carico limite punta	364.209 kN
Carico limite laterale	877.173 kN

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Carico limite totale 1241.382 kN

Forza verticale agente 184.288 kN
Fattore sicurezza 6.736

Fase 1 Combinazione 5

Fattore Nc 15.972
Fattore Nq 8.111
Carico limite punta 491.682 kN
Carico limite laterale 1008.749 kN
Carico limite totale 1500.431 kN

Forza verticale agente 184.288 kN
Fattore sicurezza 8.142

Risultati analisi strutturale**Fase: 1 Risultati analisi strutturale**

Fase: 1 - Combinazione: 1

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0.13	CIRC 0.8/l=4.55	112.33	-0.57	-17.961	13Ø22	112.34	-442.30	777.67	Verificata
0.25	CIRC 0.8/l=4.55	113.11	-2.84	-35.921	13Ø22	113.11	-442.47	155.60	Verificata
0.38	CIRC 0.8/l=4.55	113.89	-7.39	-47.146	13Ø22	113.89	-442.65	59.87	Verificata
0.51	CIRC 0.8/l=4.55	114.67	-13.37	-51.637	13Ø22	114.67	-442.83	33.13	Verificata
0.63	CIRC 0.8/l=4.55	115.45	-20.19	-65.107	13Ø22	115.44	-443.01	21.94	Verificata
0.76	CIRC 0.8/l=4.55	116.23	-27.87	-78.577	13Ø22	116.24	-443.19	15.90	Verificata
0.89	CIRC 0.8/l=4.55	117.01	-38.11	-92.048	13Ø22	117.01	-443.36	11.63	Verificata
1.01	CIRC 0.8/l=4.55	117.79	-49.62	-104.396	13Ø22	117.80	-443.54	8.94	Verificata
1.14	CIRC 0.8/l=4.55	118.57	-62.70	-110.008	13Ø22	118.57	-443.72	7.08	Verificata
1.27	CIRC 0.8/l=4.55	119.36	-76.78	-122.356	13Ø22	119.37	-443.90	5.78	Verificata
1.39	CIRC 0.8/l=4.55	120.14	-92.42	-134.704	13Ø22	120.13	-444.08	4.80	Verificata
1.52	CIRC 0.8/l=4.55	120.92	-109.63	-152.664	13Ø22	120.92	-444.25	4.05	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

1.65	CIRC 0.8/l=4.55	121.70	-128.96	-169.502	13Ø22	121.70	-444.43	3.45	Verificata
1.77	CIRC 0.8/l=4.55	122.48	-150.15	-186.340	13Ø22	122.48	-444.61	2.96	Verificata
1.90	CIRC 0.8/l=4.55	123.26	-173.63	-171.781	13Ø22	123.26	-444.79	2.56	Verificata
2.40	CIRC 0.8/l=4.55	126.31	-258.69	-105.567	13Ø22	126.30	-445.48	1.72	Verificata
2.89	CIRC 0.8/l=4.55	129.36	-310.98	-52.353	13Ø22	129.36	-446.18	1.43	Verificata
3.39	CIRC 0.8/l=4.55	132.41	-336.90	-10.847	13Ø22	132.41	-446.88	1.33	Verificata
3.88	CIRC 0.8/l=4.55	135.46	-342.27	20.335	13Ø22	135.46	-447.57	1.31	Verificata
4.38	CIRC 0.8/l=4.55	138.52	-332.19	42.568	13Ø22	138.51	-448.27	1.35	Verificata
4.87	CIRC 0.8/l=4.55	141.57	-311.11	57.041	13Ø22	141.58	-448.97	1.44	Verificata
5.37	CIRC 0.8/l=4.55	144.62	-282.86	64.627	13Ø22	144.62	-449.66	1.59	Verificata
5.86	CIRC 0.8/l=4.55	147.67	-250.85	67.426	13Ø22	147.66	-450.35	1.80	Verificata
6.36	CIRC 0.8/l=4.55	150.72	-217.46	66.430	13Ø22	150.72	-451.05	2.07	Verificata
6.85	CIRC 0.8/l=4.55	153.77	-184.57	62.462	13Ø22	153.77	-451.75	2.45	Verificata
7.35	CIRC 0.8/l=4.55	156.82	-153.63	56.415	13Ø22	156.82	-452.43	2.94	Verificata
7.84	CIRC 0.8/l=4.55	159.88	-125.69	51.653	13Ø22	159.88	-453.13	3.61	Verificata
8.34	CIRC 0.8/l=4.55	162.93	-100.11	46.487	13Ø22	162.94	-453.82	4.53	Verificata
8.83	CIRC 0.8/l=4.55	165.98	-77.09	40.837	13Ø22	165.98	-454.51	5.90	Verificata
9.33	CIRC 0.8/l=4.55	169.03	-56.87	34.864	13Ø22	169.03	-455.20	8.00	Verificata
9.82	CIRC 0.8/l=4.55	172.08	-39.60	28.686	13Ø22	172.08	-455.89	11.51	Verificata
10.32	CIRC 0.8/l=4.55	175.13	-25.39	22.388	13Ø22	175.13	-456.57	17.98	Verificata
10.81	CIRC 0.8/l=4.55	178.19	-14.30	16.027	13Ø22	178.19	-457.27	31.98	Verificata
11.31	CIRC 0.8/l=4.55	181.24	-6.36	9.641	13Ø22	181.24	-457.95	71.96	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

11.80	CIRC 0.8/l=4.55	184.29	-1.59	3.212	13Ø22	184.28	-458.64	288.32	Verificata
-------	--------------------	--------	-------	-------	-------	--------	---------	--------	------------

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica a taglio	Angolo inclinazione e puntoni [°]
0.13	9.79E-04	-1.96E-03	-14.66	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.23 Staffe=720.90	0.02	Verificata	21.80
0.25	9.79E-04	-1.96E-03	-14.65	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.28 Staffe=720.86	0.05	Verificata	21.80
0.38	9.79E-04	-1.96E-03	-14.65	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.33 Staffe=720.82	0.07	Verificata	21.80
0.51	9.80E-04	-1.96E-03	-14.64	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.38 Staffe=720.78	0.07	Verificata	21.80
0.63	9.80E-04	-1.96E-03	-14.63	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.43 Staffe=720.74	0.09	Verificata	21.80
0.76	9.81E-04	-1.96E-03	-14.62	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.48 Staffe=720.71	0.11	Verificata	21.80
0.89	9.81E-04	-1.96E-03	-14.61	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.53 Staffe=720.67	0.13	Verificata	21.80
1.01	9.82E-04	-1.96E-03	-14.61	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.58 Staffe=720.63	0.14	Verificata	21.80
1.14	9.82E-04	-1.96E-03	-14.60	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.63 Staffe=720.59	0.15	Verificata	21.80
1.27	9.83E-04	-1.96E-03	-14.59	17.5Ø12	Calcestruzzo	0.17	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					o=1007.68 Staffe=720. 55			
1.39	9.83E-04	-1.96E-03	-14.58	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.73 Staffe=720. 51	0.19	Verificata	21.80
1.52	9.84E-04	-1.96E-03	-14.58	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.78 Staffe=720. 47	0.21	Verificata	21.80
1.65	9.84E-04	-1.96E-03	-14.57	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.83 Staffe=720. 44	0.24	Verificata	21.80
1.77	9.84E-04	-1.96E-03	-14.56	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.88 Staffe=720. 40	0.26	Verificata	21.80
1.90	9.85E-04	-1.96E-03	-14.55	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.93 Staffe=720. 36	0.24	Verificata	21.80
2.40	9.87E-04	-1.96E-03	-14.52	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.13 Staffe=720. 21	0.15	Verificata	21.80
2.89	9.89E-04	-1.96E-03	-14.49	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.33 Staffe=720. 06	0.07	Verificata	21.80
3.39	9.90E-04	-1.96E-03	-14.46	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.53 Staffe=719. 91	0.02	Verificata	21.80
3.88	9.92E-04	-1.96E-03	-14.43	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.72 Staffe=719. 76	0.03	Verificata	21.80
4.38	9.94E-04	-1.96E-03	-14.40	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.92 Staffe=719. 61	0.06	Verificata	21.80
4.87	9.96E-04	-1.96E-03	-14.37	17.5Ø12	Calcestruzz o=1009.12	0.08	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					Staffe=719.46			
5.37	9.98E-04	-1.96E-03	-14.34	17.5Ø12	Calcestruzzo=1009.31 Staffe=719.31	0.09	Verificata	21.80
5.86	9.99E-04	-1.96E-03	-14.30	17.5Ø12	Calcestruzzo=1009.51 Staffe=719.16	0.09	Verificata	21.80
6.36	1.00E-03	-1.96E-03	-14.27	17.5Ø12	Calcestruzzo=1009.71 Staffe=719.01	0.09	Verificata	21.80
6.85	1.00E-03	-1.96E-03	-14.24	17.5Ø12	Calcestruzzo=1009.91 Staffe=718.86	0.09	Verificata	21.80
7.35	1.00E-03	-1.96E-03	-14.21	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.11 Staffe=718.71	0.08	Verificata	21.80
7.84	1.01E-03	-1.96E-03	-14.18	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.31 Staffe=718.57	0.07	Verificata	21.80
8.34	1.01E-03	-1.96E-03	-14.15	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.51 Staffe=718.42	0.06	Verificata	21.80
8.83	1.01E-03	-1.96E-03	-14.12	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.71 Staffe=718.28	0.06	Verificata	21.80
9.33	1.01E-03	-1.96E-03	-14.09	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.91 Staffe=718.13	0.05	Verificata	21.80
9.82	1.01E-03	-1.96E-03	-14.06	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.11 Staffe=717.98	0.04	Verificata	21.80
10.32	1.02E-03	-1.96E-03	-14.03	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.31 Staffe=717.	0.03	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					84			
10.81	1.02E-03	-1.96E-03	-14.00	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.51 Staffe=717.69	0.02	Verificata	21.80
11.31	1.02E-03	-1.96E-03	-13.97	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.72 Staffe=717.55	0.01	Verificata	21.80
11.80	1.02E-03	-1.96E-03	-13.94	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.92 Staffe=717.40	0.00	Verificata	21.80

Fase: 1 - Combinazione: 3

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0.13	CIRC 0.8/l=4.55	112.33	-0.28	-20.206	13Ø22	112.34	-442.30	1555.33	Verificata
0.25	CIRC 0.8/l=4.55	113.11	-1.99	-29.186	13Ø22	113.11	-442.47	222.28	Verificata
0.38	CIRC 0.8/l=4.55	113.89	-6.26	-33.676	13Ø22	113.89	-442.65	70.75	Verificata
0.51	CIRC 0.8/l=4.55	114.67	-10.52	-44.901	13Ø22	114.67	-442.83	42.09	Verificata
0.63	CIRC 0.8/l=4.55	115.45	-15.64	-49.391	13Ø22	115.44	-443.01	28.32	Verificata
0.76	CIRC 0.8/l=4.55	116.23	-21.61	-65.107	13Ø22	116.24	-443.19	20.51	Verificata
0.89	CIRC 0.8/l=4.55	117.01	-29.58	-71.842	13Ø22	117.01	-443.36	14.99	Verificata
1.01	CIRC 0.8/l=4.55	117.79	-38.68	-74.087	13Ø22	117.80	-443.54	11.47	Verificata
1.14	CIRC 0.8/l=4.55	118.57	-48.06	-87.558	13Ø22	118.57	-443.72	9.23	Verificata
1.27	CIRC 0.8/l=4.55	119.36	-58.87	-92.048	13Ø22	119.37	-443.90	7.54	Verificata
1.39	CIRC 0.8/l=4.55	120.14	-70.24	-105.518	13Ø22	120.13	-444.08	6.32	Verificata
1.52	CIRC 0.8/l=4.55	120.92	-83.61	-113.376	13Ø22	120.92	-444.25	5.31	Verificata
1.65	CIRC 0.8/l=4.55	121.70	-97.97	-129.091	13Ø22	121.70	-444.43	4.54	Verificata
1.77	CIRC	122.48	-114.18	-142.562	13Ø22	122.48	-444.61	3.89	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

	0.8/l=4.55								
1.90	CIRC 0.8/l=4.55	123.26	-132.14	-136.341	13Ø22	123.26	-444.79	3.37	Verificata
2.40	CIRC 0.8/l=4.55	126.31	-199.66	-91.050	13Ø22	126.30	-445.48	2.23	Verificata
2.89	CIRC 0.8/l=4.55	129.36	-244.76	-53.223	13Ø22	129.36	-446.18	1.82	Verificata
3.39	CIRC 0.8/l=4.55	132.41	-271.12	-22.206	13Ø22	132.41	-446.88	1.65	Verificata
3.88	CIRC 0.8/l=4.55	135.46	-282.11	2.584	13Ø22	135.46	-447.57	1.59	Verificata
4.38	CIRC 0.8/l=4.55	138.52	-280.83	21.672	13Ø22	138.51	-448.27	1.60	Verificata
4.87	CIRC 0.8/l=4.55	141.57	-270.09	35.718	13Ø22	141.58	-448.97	1.66	Verificata
5.37	CIRC 0.8/l=4.55	144.62	-252.40	44.818	13Ø22	144.62	-449.66	1.78	Verificata
5.86	CIRC 0.8/l=4.55	147.67	-230.21	50.335	13Ø22	147.66	-450.35	1.96	Verificata
6.36	CIRC 0.8/l=4.55	150.72	-205.28	52.830	13Ø22	150.72	-451.05	2.20	Verificata
6.85	CIRC 0.8/l=4.55	153.77	-179.11	52.738	13Ø22	153.77	-451.75	2.52	Verificata
7.35	CIRC 0.8/l=4.55	156.82	-152.99	50.511	13Ø22	156.82	-452.43	2.96	Verificata
7.84	CIRC 0.8/l=4.55	159.88	-127.98	48.008	13Ø22	159.88	-453.13	3.54	Verificata
8.34	CIRC 0.8/l=4.55	162.93	-104.20	44.740	13Ø22	162.94	-453.82	4.36	Verificata
8.83	CIRC 0.8/l=4.55	165.98	-82.05	40.707	13Ø22	165.98	-454.51	5.54	Verificata
9.33	CIRC 0.8/l=4.55	169.03	-61.89	35.965	13Ø22	169.03	-455.20	7.36	Verificata
9.82	CIRC 0.8/l=4.55	172.08	-44.07	30.631	13Ø22	172.08	-455.89	10.34	Verificata
10.32	CIRC 0.8/l=4.55	175.13	-28.91	24.727	13Ø22	175.13	-456.57	15.79	Verificata
10.81	CIRC 0.8/l=4.55	178.19	-16.67	18.294	13Ø22	178.19	-457.27	27.44	Verificata
11.31	CIRC 0.8/l=4.55	181.24	-7.61	11.395	13Ø22	181.24	-457.95	60.20	Verificata
11.80	CIRC 0.8/l=4.55	184.29	-1.96	3.975	13Ø22	184.28	-458.64	233.53	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica a taglio	Angolo inclinazione e puntoni [°]
0.13	9.79E-04	-1.96E-03	-14.66	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.23 Staffe=720.90	0.03	Verificata	21.80
0.25	9.79E-04	-1.96E-03	-14.65	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.28 Staffe=720.86	0.04	Verificata	21.80
0.38	9.79E-04	-1.96E-03	-14.65	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.33 Staffe=720.82	0.05	Verificata	21.80
0.51	9.80E-04	-1.96E-03	-14.64	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.38 Staffe=720.78	0.06	Verificata	21.80
0.63	9.80E-04	-1.96E-03	-14.63	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.43 Staffe=720.74	0.07	Verificata	21.80
0.76	9.81E-04	-1.96E-03	-14.62	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.48 Staffe=720.71	0.09	Verificata	21.80
0.89	9.81E-04	-1.96E-03	-14.61	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.53 Staffe=720.67	0.10	Verificata	21.80
1.01	9.82E-04	-1.96E-03	-14.61	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.58 Staffe=720.63	0.10	Verificata	21.80
1.14	9.82E-04	-1.96E-03	-14.60	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.63 Staffe=720.59	0.12	Verificata	21.80
1.27	9.83E-04	-1.96E-03	-14.59	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.68 Staffe=720.55	0.13	Verificata	21.80
1.39	9.83E-04	-1.96E-03	-14.58	17.5Ø12	Calcestruzzo	0.15	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					o=1007.73 Staffe=720. 51			
1.52	9.84E-04	-1.96E-03	-14.58	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.78 Staffe=720. 47	0.16	Verificata	21.80
1.65	9.84E-04	-1.96E-03	-14.57	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.83 Staffe=720. 44	0.18	Verificata	21.80
1.77	9.84E-04	-1.96E-03	-14.56	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.88 Staffe=720. 40	0.20	Verificata	21.80
1.90	9.85E-04	-1.96E-03	-14.55	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.93 Staffe=720. 36	0.19	Verificata	21.80
2.40	9.87E-04	-1.96E-03	-14.52	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.13 Staffe=720. 21	0.13	Verificata	21.80
2.89	9.89E-04	-1.96E-03	-14.49	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.33 Staffe=720. 06	0.07	Verificata	21.80
3.39	9.90E-04	-1.96E-03	-14.46	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.53 Staffe=719. 91	0.03	Verificata	21.80
3.88	9.92E-04	-1.96E-03	-14.43	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.72 Staffe=719. 76	0.00	Verificata	21.80
4.38	9.94E-04	-1.96E-03	-14.40	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.92 Staffe=719. 61	0.03	Verificata	21.80
4.87	9.96E-04	-1.96E-03	-14.37	17.5Ø12	Calcestruzz o=1009.12 Staffe=719. 46	0.05	Verificata	21.80
5.37	9.98E-04	-1.96E-03	-14.34	17.5Ø12	Calcestruzz o=1009.31	0.06	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					Staffe=719.31			
5.86	9.99E-04	-1.96E-03	-14.30	17.5Ø12	Calcestruzzo=1009.51 Staffe=719.16	0.07	Verificata	21.80
6.36	1.00E-03	-1.96E-03	-14.27	17.5Ø12	Calcestruzzo=1009.71 Staffe=719.01	0.07	Verificata	21.80
6.85	1.00E-03	-1.96E-03	-14.24	17.5Ø12	Calcestruzzo=1009.91 Staffe=718.86	0.07	Verificata	21.80
7.35	1.00E-03	-1.96E-03	-14.21	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.11 Staffe=718.71	0.07	Verificata	21.80
7.84	1.01E-03	-1.96E-03	-14.18	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.31 Staffe=718.57	0.07	Verificata	21.80
8.34	1.01E-03	-1.96E-03	-14.15	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.51 Staffe=718.42	0.06	Verificata	21.80
8.83	1.01E-03	-1.96E-03	-14.12	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.71 Staffe=718.28	0.06	Verificata	21.80
9.33	1.01E-03	-1.96E-03	-14.09	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.91 Staffe=718.13	0.05	Verificata	21.80
9.82	1.01E-03	-1.96E-03	-14.06	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.11 Staffe=717.98	0.04	Verificata	21.80
10.32	1.02E-03	-1.96E-03	-14.03	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.31 Staffe=717.84	0.03	Verificata	21.80
10.81	1.02E-03	-1.96E-03	-14.00	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.51 Staffe=717.	0.03	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					69			
11.31	1.02E-03	-1.96E-03	-13.97	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.72 Staffe=717.55	0.02	Verificata	21.80
11.80	1.02E-03	-1.96E-03	-13.94	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.92 Staffe=717.40	0.01	Verificata	21.80

Fase: 1 - Combinazione: 4

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0.13	CIRC 0.8/l=4.55	112.33	-0.57	-33.676	13Ø22	112.34	-442.30	777.67	Verificata
0.25	CIRC 0.8/l=4.55	113.11	-4.55	-47.146	13Ø22	113.11	-442.47	97.25	Verificata
0.38	CIRC 0.8/l=4.55	113.89	-10.81	-62.862	13Ø22	113.89	-442.65	40.96	Verificata
0.51	CIRC 0.8/l=4.55	114.67	-19.34	-76.332	13Ø22	114.67	-442.83	22.90	Verificata
0.63	CIRC 0.8/l=4.55	115.45	-29.29	-89.803	13Ø22	115.44	-443.01	15.12	Verificata
0.76	CIRC 0.8/l=4.55	116.23	-40.38	-112.253	13Ø22	116.24	-443.19	10.98	Verificata
0.89	CIRC 0.8/l=4.55	117.01	-54.88	-125.724	13Ø22	117.01	-443.36	8.08	Verificata
1.01	CIRC 0.8/l=4.55	117.79	-70.81	-143.684	13Ø22	117.80	-443.54	6.26	Verificata
1.14	CIRC 0.8/l=4.55	118.57	-89.29	-154.910	13Ø22	118.57	-443.72	4.97	Verificata
1.27	CIRC 0.8/l=4.55	119.36	-108.92	-166.135	13Ø22	119.37	-443.90	4.08	Verificata
1.39	CIRC 0.8/l=4.55	120.14	-130.24	-186.340	13Ø22	120.13	-444.08	3.41	Verificata
1.52	CIRC 0.8/l=4.55	120.92	-153.85	-206.546	13Ø22	120.92	-444.25	2.89	Verificata
1.65	CIRC 0.8/l=4.55	121.70	-179.73	-228.997	13Ø22	121.70	-444.43	2.47	Verificata
1.77	CIRC 0.8/l=4.55	122.48	-208.73	-249.202	13Ø22	122.48	-444.61	2.13	Verificata
1.90	CIRC 0.8/l=4.55	123.26	-239.95	-226.206	13Ø22	123.26	-444.79	1.85	Verificata
2.40	CIRC	126.31	-351.97	-138.118	13Ø22	126.30	-445.48	1.27	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

	0.8/l=4.55								
2.89	CIRC 0.8/l=4.55	129.36	-420.36	-67.435	13Ø22	129.36	-446.18	1.06	Verificata
3.39	CIRC 0.8/l=4.55	132.41	-453.76	-12.328	14Ø22	132.41	-475.61	1.05	Verificata
3.88	CIRC 0.8/l=4.55	135.46	-459.86	28.953	14Ø22	135.46	-476.30	1.04	Verificata
4.38	CIRC 0.8/l=4.55	138.52	-445.52	58.265	13Ø22	138.51	-448.27	1.01	Verificata
4.87	CIRC 0.8/l=4.55	141.57	-416.67	77.277	13Ø22	141.58	-448.97	1.08	Verificata
5.37	CIRC 0.8/l=4.55	144.62	-378.40	87.128	13Ø22	144.62	-449.66	1.19	Verificata
5.86	CIRC 0.8/l=4.55	147.67	-335.25	90.628	13Ø22	147.66	-450.35	1.34	Verificata
6.36	CIRC 0.8/l=4.55	150.72	-290.37	89.093	13Ø22	150.72	-451.05	1.55	Verificata
6.85	CIRC 0.8/l=4.55	153.77	-246.25	83.616	13Ø22	153.77	-451.75	1.83	Verificata
7.35	CIRC 0.8/l=4.55	156.82	-204.84	75.407	13Ø22	156.82	-452.43	2.21	Verificata
7.84	CIRC 0.8/l=4.55	159.88	-167.50	68.965	13Ø22	159.88	-453.13	2.71	Verificata
8.34	CIRC 0.8/l=4.55	162.93	-133.34	62.025	13Ø22	162.94	-453.82	3.40	Verificata
8.83	CIRC 0.8/l=4.55	165.98	-102.63	54.439	13Ø22	165.98	-454.51	4.43	Verificata
9.33	CIRC 0.8/l=4.55	169.03	-75.67	46.453	13Ø22	169.03	-455.20	6.02	Verificata
9.82	CIRC 0.8/l=4.55	172.08	-52.66	38.190	13Ø22	172.08	-455.89	8.66	Verificata
10.32	CIRC 0.8/l=4.55	175.13	-33.75	29.783	13Ø22	175.13	-456.57	13.53	Verificata
10.81	CIRC 0.8/l=4.55	178.19	-19.00	21.313	13Ø22	178.19	-457.27	24.06	Verificata
11.31	CIRC 0.8/l=4.55	181.24	-8.44	12.785	13Ø22	181.24	-457.95	54.23	Verificata
11.80	CIRC 0.8/l=4.55	184.29	-2.11	4.257	13Ø22	184.28	-458.64	217.53	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica a taglio	Angolo inclinazione e puntoni [°]
----------	-------------------------	--------------------	------------------------	-------------------------	----------------------------	--	----------------------	--

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

0.13	9.79E-04	-1.96E-03	-14.66	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.23 Staffe=720.90	0.05	Verificata	21.80
0.25	9.79E-04	-1.96E-03	-14.65	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.28 Staffe=720.86	0.07	Verificata	21.80
0.38	9.79E-04	-1.96E-03	-14.65	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.33 Staffe=720.82	0.09	Verificata	21.80
0.51	9.80E-04	-1.96E-03	-14.64	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.38 Staffe=720.78	0.11	Verificata	21.80
0.63	9.80E-04	-1.96E-03	-14.63	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.43 Staffe=720.74	0.12	Verificata	21.80
0.76	9.81E-04	-1.96E-03	-14.62	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.48 Staffe=720.71	0.16	Verificata	21.80
0.89	9.81E-04	-1.96E-03	-14.61	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.53 Staffe=720.67	0.17	Verificata	21.80
1.01	9.82E-04	-1.96E-03	-14.61	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.58 Staffe=720.63	0.20	Verificata	21.80
1.14	9.82E-04	-1.96E-03	-14.60	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.63 Staffe=720.59	0.21	Verificata	21.80
1.27	9.83E-04	-1.96E-03	-14.59	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.68 Staffe=720.55	0.23	Verificata	21.80
1.39	9.83E-04	-1.96E-03	-14.58	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.73 Staffe=720.51	0.26	Verificata	21.80
1.52	9.84E-04	-1.96E-03	-14.58	17.5Ø12	Calcestruzzo	0.29	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					o=1007.78 Staffe=720. 47			
1.65	9.84E-04	-1.96E-03	-14.57	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.83 Staffe=720. 44	0.32	Verificata	21.80
1.77	9.84E-04	-1.96E-03	-14.56	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.88 Staffe=720. 40	0.35	Verificata	21.80
1.90	9.85E-04	-1.96E-03	-14.55	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.93 Staffe=720. 36	0.31	Verificata	21.80
2.40	9.87E-04	-1.96E-03	-14.52	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.13 Staffe=720. 21	0.19	Verificata	21.80
2.89	9.89E-04	-1.96E-03	-14.49	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.33 Staffe=720. 06	0.09	Verificata	21.80
3.39	1.01E-03	-1.96E-03	-14.04	17.5Ø12	Calcestruzz o=1005.46 Staffe=717. 88	0.02	Verificata	21.80
3.88	1.02E-03	-1.96E-03	-14.01	17.5Ø12	Calcestruzz o=1005.67 Staffe=717. 74	0.04	Verificata	21.80
4.38	9.94E-04	-1.96E-03	-14.40	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.92 Staffe=719. 61	0.08	Verificata	21.80
4.87	9.96E-04	-1.96E-03	-14.37	17.5Ø12	Calcestruzz o=1009.12 Staffe=719. 46	0.11	Verificata	21.80
5.37	9.98E-04	-1.96E-03	-14.34	17.5Ø12	Calcestruzz o=1009.31 Staffe=719. 31	0.12	Verificata	21.80
5.86	9.99E-04	-1.96E-03	-14.30	17.5Ø12	Calcestruzz o=1009.51	0.13	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					Staffe=719.16			
6.36	1.00E-03	-1.96E-03	-14.27	17.5Ø12	Calcestruzzo=1009.71 Staffe=719.01	0.12	Verificata	21.80
6.85	1.00E-03	-1.96E-03	-14.24	17.5Ø12	Calcestruzzo=1009.91 Staffe=718.86	0.12	Verificata	21.80
7.35	1.00E-03	-1.96E-03	-14.21	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.11 Staffe=718.71	0.10	Verificata	21.80
7.84	1.01E-03	-1.96E-03	-14.18	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.31 Staffe=718.57	0.10	Verificata	21.80
8.34	1.01E-03	-1.96E-03	-14.15	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.51 Staffe=718.42	0.09	Verificata	21.80
8.83	1.01E-03	-1.96E-03	-14.12	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.71 Staffe=718.28	0.08	Verificata	21.80
9.33	1.01E-03	-1.96E-03	-14.09	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.91 Staffe=718.13	0.06	Verificata	21.80
9.82	1.01E-03	-1.96E-03	-14.06	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.11 Staffe=717.98	0.05	Verificata	21.80
10.32	1.02E-03	-1.96E-03	-14.03	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.31 Staffe=717.84	0.04	Verificata	21.80
10.81	1.02E-03	-1.96E-03	-14.00	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.51 Staffe=717.69	0.03	Verificata	21.80
11.31	1.02E-03	-1.96E-03	-13.97	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.72 Staffe=717.	0.02	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					55			
11.80	1.02E-03	-1.96E-03	-13.94	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.92 Staffe=717.40	0.01	Verificata	21.80

Fase: 1 - Combinazione: 5

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0.13	CIRC 0.8/l=4.55	112.33	-0.85	-24.696	13Ø22	112.34	-442.30	518.44	Verificata
0.25	CIRC 0.8/l=4.55	113.11	-4.27	-42.656	13Ø22	113.11	-442.47	103.73	Verificata
0.38	CIRC 0.8/l=4.55	113.89	-10.24	-56.127	13Ø22	113.89	-442.65	43.24	Verificata
0.51	CIRC 0.8/l=4.55	114.67	-17.63	-69.597	13Ø22	114.67	-442.83	25.12	Verificata
0.63	CIRC 0.8/l=4.55	115.45	-26.45	-89.803	13Ø22	115.44	-443.01	16.75	Verificata
0.76	CIRC 0.8/l=4.55	116.23	-37.54	-98.783	13Ø22	116.24	-443.19	11.81	Verificata
0.89	CIRC 0.8/l=4.55	117.01	-50.33	-123.479	13Ø22	117.01	-443.36	8.81	Verificata
1.01	CIRC 0.8/l=4.55	117.79	-65.41	-132.459	13Ø22	117.80	-443.54	6.78	Verificata
1.14	CIRC 0.8/l=4.55	118.57	-82.18	-148.174	13Ø22	118.57	-443.72	5.40	Verificata
1.27	CIRC 0.8/l=4.55	119.36	-100.67	-152.664	13Ø22	119.37	-443.90	4.41	Verificata
1.39	CIRC 0.8/l=4.55	120.14	-120.58	-170.625	13Ø22	120.13	-444.08	3.68	Verificata
1.52	CIRC 0.8/l=4.55	120.92	-142.47	-193.076	13Ø22	120.92	-444.25	3.12	Verificata
1.65	CIRC 0.8/l=4.55	121.70	-166.50	-215.526	13Ø22	121.70	-444.43	2.67	Verificata
1.77	CIRC 0.8/l=4.55	122.48	-193.52	-231.242	13Ø22	122.48	-444.61	2.30	Verificata
1.90	CIRC 0.8/l=4.55	123.26	-222.76	-212.012	13Ø22	123.26	-444.79	2.00	Verificata
2.40	CIRC 0.8/l=4.55	126.31	-327.74	-129.612	13Ø22	126.30	-445.48	1.36	Verificata
2.89	CIRC 0.8/l=4.55	129.36	-391.92	-63.505	13Ø22	129.36	-446.18	1.14	Verificata
3.39	CIRC	132.41	-423.36	-11.915	13Ø22	132.41	-446.88	1.06	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

	0.8/l=4.55								
3.88	CIRC 0.8/l=4.55	135.46	-429.26	26.737	13Ø22	135.46	-447.57	1.04	Verificata
4.38	CIRC 0.8/l=4.55	138.52	-416.03	54.192	13Ø22	138.51	-448.27	1.08	Verificata
4.87	CIRC 0.8/l=4.55	141.57	-389.19	72.017	13Ø22	141.58	-448.97	1.15	Verificata
5.37	CIRC 0.8/l=4.55	144.62	-353.52	81.276	13Ø22	144.62	-449.66	1.27	Verificata
5.86	CIRC 0.8/l=4.55	147.67	-313.27	84.590	13Ø22	147.66	-450.35	1.44	Verificata
6.36	CIRC 0.8/l=4.55	150.72	-271.38	83.192	13Ø22	150.72	-451.05	1.66	Verificata
6.85	CIRC 0.8/l=4.55	153.77	-230.18	78.103	13Ø22	153.77	-451.75	1.96	Verificata
7.35	CIRC 0.8/l=4.55	156.82	-191.50	70.461	13Ø22	156.82	-452.43	2.36	Verificata
7.84	CIRC 0.8/l=4.55	159.88	-156.61	64.461	13Ø22	159.88	-453.13	2.89	Verificata
8.34	CIRC 0.8/l=4.55	162.93	-124.68	57.974	13Ø22	162.94	-453.82	3.64	Verificata
8.83	CIRC 0.8/l=4.55	165.98	-95.97	50.895	13Ø22	165.98	-454.51	4.74	Verificata
9.33	CIRC 0.8/l=4.55	169.03	-70.77	43.434	13Ø22	169.03	-455.20	6.43	Verificata
9.82	CIRC 0.8/l=4.55	172.08	-49.26	35.727	13Ø22	172.08	-455.89	9.25	Verificata
10.32	CIRC 0.8/l=4.55	175.13	-31.57	27.863	13Ø22	175.13	-456.57	14.46	Verificata
10.81	CIRC 0.8/l=4.55	178.19	-17.77	19.923	13Ø22	178.19	-457.27	25.73	Verificata
11.31	CIRC 0.8/l=4.55	181.24	-7.90	11.969	13Ø22	181.24	-457.95	57.95	Verificata
11.80	CIRC 0.8/l=4.55	184.29	-1.98	3.988	13Ø22	184.28	-458.64	232.21	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica a taglio	Angolo inclinazione e puntoni [°]
0.13	9.79E-04	-1.96E-03	-14.66	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.23 Staffe=720.90	0.03	Verificata	21.80
0.25	9.79E-04	-1.96E-03	-14.65	17.5Ø12	Calcestruzzo	0.06	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					o=1007.28 Staffe=720. 86			
0.38	9.79E-04	-1.96E-03	-14.65	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.33 Staffe=720. 82	0.08	Verificata	21.80
0.51	9.80E-04	-1.96E-03	-14.64	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.38 Staffe=720. 78	0.10	Verificata	21.80
0.63	9.80E-04	-1.96E-03	-14.63	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.43 Staffe=720. 74	0.12	Verificata	21.80
0.76	9.81E-04	-1.96E-03	-14.62	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.48 Staffe=720. 71	0.14	Verificata	21.80
0.89	9.81E-04	-1.96E-03	-14.61	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.53 Staffe=720. 67	0.17	Verificata	21.80
1.01	9.82E-04	-1.96E-03	-14.61	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.58 Staffe=720. 63	0.18	Verificata	21.80
1.14	9.82E-04	-1.96E-03	-14.60	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.63 Staffe=720. 59	0.21	Verificata	21.80
1.27	9.83E-04	-1.96E-03	-14.59	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.68 Staffe=720. 55	0.21	Verificata	21.80
1.39	9.83E-04	-1.96E-03	-14.58	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.73 Staffe=720. 51	0.24	Verificata	21.80
1.52	9.84E-04	-1.96E-03	-14.58	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.78 Staffe=720. 47	0.27	Verificata	21.80
1.65	9.84E-04	-1.96E-03	-14.57	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.83	0.30	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					Staffe=720. 44			
1.77	9.84E-04	-1.96E-03	-14.56	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.88 Staffe=720. 40	0.32	Verificata	21.80
1.90	9.85E-04	-1.96E-03	-14.55	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.93 Staffe=720. 36	0.29	Verificata	21.80
2.40	9.87E-04	-1.96E-03	-14.52	17.5Ø12	Calcestruzzo=1008.13 Staffe=720. 21	0.18	Verificata	21.80
2.89	9.89E-04	-1.96E-03	-14.49	17.5Ø12	Calcestruzzo=1008.33 Staffe=720. 06	0.09	Verificata	21.80
3.39	9.90E-04	-1.96E-03	-14.46	17.5Ø12	Calcestruzzo=1008.53 Staffe=719. 91	0.02	Verificata	21.80
3.88	9.92E-04	-1.96E-03	-14.43	17.5Ø12	Calcestruzzo=1008.72 Staffe=719. 76	0.04	Verificata	21.80
4.38	9.94E-04	-1.96E-03	-14.40	17.5Ø12	Calcestruzzo=1008.92 Staffe=719. 61	0.08	Verificata	21.80
4.87	9.96E-04	-1.96E-03	-14.37	17.5Ø12	Calcestruzzo=1009.12 Staffe=719. 46	0.10	Verificata	21.80
5.37	9.98E-04	-1.96E-03	-14.34	17.5Ø12	Calcestruzzo=1009.31 Staffe=719. 31	0.11	Verificata	21.80
5.86	9.99E-04	-1.96E-03	-14.30	17.5Ø12	Calcestruzzo=1009.51 Staffe=719. 16	0.12	Verificata	21.80
6.36	1.00E-03	-1.96E-03	-14.27	17.5Ø12	Calcestruzzo=1009.71 Staffe=719.	0.12	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

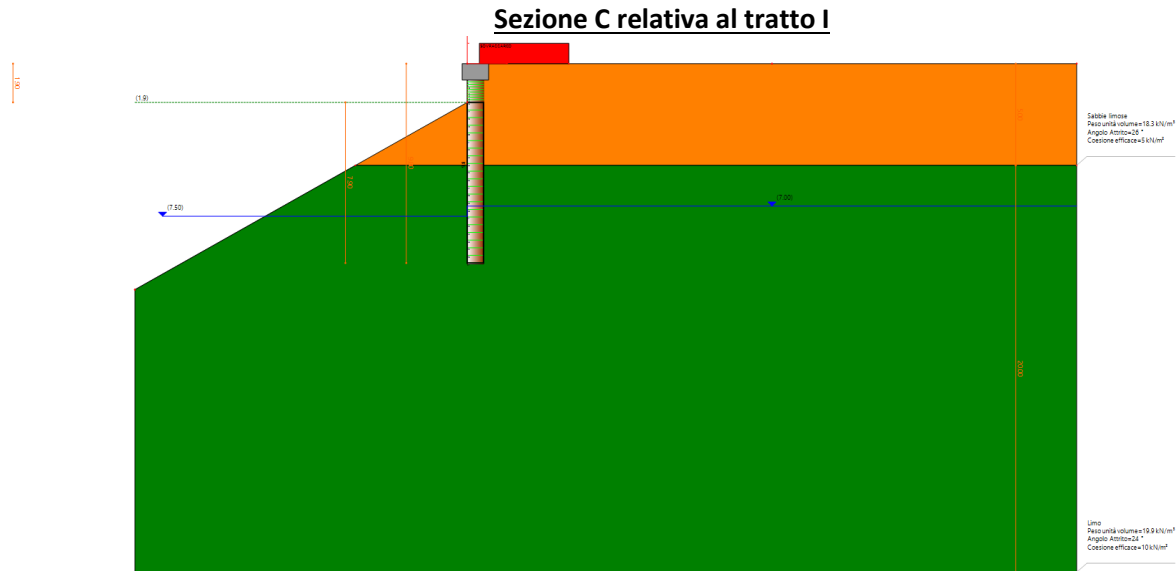
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					01			
6.85	1.00E-03	-1.96E-03	-14.24	17.5Ø12	Calcestruzzo=1009.91 Staffe=718.86	0.11	Verificata	21.80
7.35	1.00E-03	-1.96E-03	-14.21	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.11 Staffe=718.71	0.10	Verificata	21.80
7.84	1.01E-03	-1.96E-03	-14.18	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.31 Staffe=718.57	0.09	Verificata	21.80
8.34	1.01E-03	-1.96E-03	-14.15	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.51 Staffe=718.42	0.08	Verificata	21.80
8.83	1.01E-03	-1.96E-03	-14.12	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.71 Staffe=718.28	0.07	Verificata	21.80
9.33	1.01E-03	-1.96E-03	-14.09	17.5Ø12	Calcestruzzo=1010.91 Staffe=718.13	0.06	Verificata	21.80
9.82	1.01E-03	-1.96E-03	-14.06	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.11 Staffe=717.98	0.05	Verificata	21.80
10.32	1.02E-03	-1.96E-03	-14.03	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.31 Staffe=717.84	0.04	Verificata	21.80
10.81	1.02E-03	-1.96E-03	-14.00	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.51 Staffe=717.69	0.03	Verificata	21.80
11.31	1.02E-03	-1.96E-03	-13.97	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.72 Staffe=717.55	0.02	Verificata	21.80
11.80	1.02E-03	-1.96E-03	-13.94	17.5Ø12	Calcestruzzo=1011.92 Staffe=717.40	0.01	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto - 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI



Archivio materiali

CONGLOMERATI

Nr.	Classe calcestruzzo	fck,cubi [MPa]	Ec [MPa]	fck [MPa]	fcd [MPa]	fctd [MPa]	fctm [MPa]
1	C20/25	25	29960	20	11.33	1.03	2.21
2	C25/30	30	31470	25	14.16	1.19	2.56
3	C28/35	35	32300	28	15.86	1.28	2.76
4	C40/50	50	35220	40	19.83	1.49	3.2

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [MPa]	fyk [MPa]	fyd [MPa]	ftk [MPa]	ftd [MPa]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 in.	β1*β2 fin.
1	B450C	200000	450	391.3	540	391.3	.075	.0675	1	0.5
2	B450C*	200000	450	391.3	540	450	.05	.04	1	0.5
3	S235H	210000	235	204.35	360	204.35	0.05	0.04	1	0.5
4	S275H	210000	275	239.13	430	239.13	0.05	0.04	1	0.5
5	S355H	210000	355	308.7	510	308.7	0.05	0.04	1	0.5
6	C1860	200205	1600	1116	1860	1116	0.05	0.04	1	0.5

GEOMETRIA SEZIONE

Sezione

Calcestruzzo

Acciaio

Nome

Diametro

Disposizione

Interasse ly

Circolare Barre

C25/30

B450C

CIRC 0.8/l=1.3

0.8 m

Singola fila

1.3 m

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI**Dati generali FEM**

Massimo spostamento lineare terreno	1.5	cm
Fattore tolleranza spostamento	0.03	cm
Tipo analisi	Lineare	
Massimo numero di iterazioni	10	
Fattore riduzione molla fondo scavo	1	
Profondità infissione iniziale	6.9	m
Incremento profondità infissione	0	m
Numero di elementi	36	
Numero nodo di fondo scavo	16	

Stratigrafia

Fase: 1

Nr.	Peso specifico [kN/m ³]	Peso specifico saturo [kN/m ³]	Coesione [kN/m ²]	Angolo attrito [°]	O.C.R.	Modulo edometrico [kN/m ²]	Attrito terra muro monte [°]	Attrito terra muro valle [°]	Spessore [m]	Inclinazione [°]	Descrizione
1	18.3	19.2	5.0	26.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	Sabbie limose
2	19.9	20.0	10.0	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	Limo

Calcolo coefficienti sismici**Dati generali**

Descrizione zona	
Latitudine	0.0000 [°]
Longitudine	0.0000 [°]

Dati opera

Tipo opera	Opere ordinarie
Classe d'uso	III
Vita nominale	100 [anni]
Vita di riferimento	150 [anni]

Parametri sismici su un sito di riferimento

Categoria sottosuolo	C
Categoria topografica	T1

SL	Tr [Anni]	ag [m/sec ²]	F0 [-]	TS* [sec]
SLO	90	0.66	2.57	0.29
SLD	151	0.79	2.57	0.30

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

SLV	1424	1.70	2.52	0.33
SLC	2475	2.00	2.52	0.34

Coefficienti sismici orizzontale e verticale

Opera: SLC

SL	Amax [m/sec ²]	beta [-]	kh [-]	kv [-]
SLO	0.99	0.56	0.05	0.02
SLD	1.18	0.56	0.06	0.03
SLV	2.44	0.56	0.12	0.06
SLC	2.78	0.56	0.13	0.07

Carichi

Fase: 1

Descrizione	Tipo	Xi [m]	Xf [m]	Yi [m]	Yf [m]	Profondità [m]	Valore [kN]-[kPa]
SOVRACCARICO	Uniformi	0.6	5	0	0	0	66

Analisi Paratia Metodo calcolo: FEM

Profondità massima di infissione

6.9 [m]

Fase: 1 Analisi geotecnica Fase: 1 - Combinazione: 1

Altezza scavo

1.9 [m]

Tipo:

S.L.U. [STR]

Nome:

A1+M1+R1

Coefficienti sismici:

Kh = 0, Kv = 0

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1.3
3	Spinta falda	1.5
4	Spinta sismica x	0
5	Spinta sismica y	0
6	SOVRACCARICO	1.3

Coefficienti parziali terreno

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione	6.90	[m]
Pressione massima terreno	74.31	[kPa]
Momento massimo	116.22	[kNm/m]
Taglio massimo	79.81	[kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0.13	36.61	26.70	-0.34	-6.41	0.2690	--
0.25	37.78	27.90	-1.09	-11.60	0.2583	--
0.38	38.96	29.10	-2.59	-17.27	0.2477	--
0.51	40.14	30.30	-4.72	-22.45	0.2370	--
0.63	41.31	31.50	-7.56	-27.38	0.2264	--
0.76	42.49	32.70	-11.00	-33.06	0.2158	--
0.89	43.67	33.90	-15.16	-38.73	0.2052	--
1.01	44.84	35.10	-20.06	-44.16	0.1947	--
1.14	46.02	36.30	-25.69	-51.32	0.1843	--
1.27	47.19	37.50	-32.16	-55.76	0.1739	--
1.39	48.37	38.71	-39.31	-62.17	0.1637	--
1.52	49.55	39.91	-47.16	-68.71	0.1536	--
1.65	50.72	41.11	-55.91	-74.88	0.1436	--
1.77	51.90	42.31	-65.42	-79.81	0.1338	--
1.90	53.08	43.51	-75.55	-70.08	0.1243	93778.05
2.23	--	46.62	-98.58	-39.05	0.1007	93778.05
2.56	-74.31	49.74	-111.41	-14.64	0.0792	93778.05

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

2.89	-56.50	52.85	-116.22	3.93	0.0603	93778.05
3.21	-41.09	55.97	-114.93	17.43	0.0438	93778.05
3.54	-28.06	59.08	-109.20	26.65	0.0299	93778.05
3.87	-17.28	62.20	-100.44	32.32	0.0184	93778.05
4.20	-8.59	65.31	-89.82	35.15	0.0092	93778.05
4.53	-1.76	68.43	-78.27	35.73	0.0019	93778.05
4.86	3.44	71.54	-66.53	34.61	-0.0037	93778.05
5.19	6.61	74.66	-55.16	32.42	-0.0077	85512.09
5.51	9.04	77.77	-44.51	29.45	-0.0106	85512.09
5.84	10.62	80.88	-34.83	25.96	-0.0124	85512.09
6.17	11.54	84.00	-26.31	22.16	-0.0135	85512.09
6.50	11.96	87.11	-19.02	18.23	-0.0140	85512.09
6.83	12.01	90.23	-13.03	14.29	-0.0140	85512.09
7.16	11.81	93.34	-8.34	10.41	-0.0138	85512.09
7.49	11.44	96.46	-4.92	6.79	-0.0134	85512.09
7.81	6.17	99.57	-2.69	4.63	-0.0128	47994.43
8.14	5.88	102.69	-1.17	2.70	-0.0122	47994.43
8.47	5.58	105.80	-0.28	0.87	-0.0116	47994.43

Fase: 1 - Combinazione: 2

Altezza scavo

1.9 [m]

Tipo:

S.L.U. [GEO]

Nome:

A2+M2+R1

Coefficienti sismici:

Kh = 0, Kv = 0

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1.3
3	Spinta falda	1.3
4	Spinta sismica x	0
5	Spinta sismica y	0
6	SOVRACCARICO	1.3

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1.25
2	Coesione efficace	1.25
3	Resistenza non drenata	1.4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione	6.90	[m]
Pressione massima terreno	87.05	[kPa]
Momento massimo	158.51	[kNm/m]
Taglio massimo	102.63	[kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m ³]
0.13	46.96	26.70	-0.50	-7.40	0.4719	--
0.25	48.39	27.90	-1.31	-15.79	0.4550	--
0.38	49.81	29.10	-3.25	-23.19	0.4381	--
0.51	51.23	30.30	-6.06	-28.62	0.4212	--
0.63	52.66	31.50	-9.75	-34.54	0.4043	--
0.76	54.08	32.70	-14.19	-41.94	0.3875	--
0.89	55.50	33.90	-19.50	-49.84	0.3707	--
1.01	56.93	35.10	-25.81	-56.74	0.3540	--
1.14	58.35	36.30	-33.00	-66.12	0.3373	--
1.27	59.77	37.50	-41.38	-72.04	0.3208	--
1.39	61.20	38.71	-50.63	-78.95	0.3044	--
1.52	62.62	39.91	-60.59	-88.32	0.2882	--
1.65	64.04	41.11	-71.81	-95.97	0.2722	--
1.77	65.47	42.31	-83.97	-102.63	0.2564	--
1.90	66.89	43.51	-96.95	-92.92	0.2409	52324.60
2.23	--	46.62	-127.48	-58.21	0.2022	52324.60
2.56	-87.05	49.74	-146.61	-29.58	0.1664	52324.60
2.89	-69.97	52.85	-156.33	-6.63	0.1337	52324.60
3.21	-54.69	55.97	-158.51	11.34	0.1045	52324.60
3.54	-41.23	59.08	-154.78	24.90	0.0788	52324.60
3.87	-29.57	62.20	-146.60	34.60	0.0565	52324.60
4.20	-19.60	65.31	-135.23	41.04	0.0375	52324.60
4.53	-11.19	68.43	-121.74	44.72	0.0214	52324.60
4.86	-4.20	71.54	-107.05	46.09	0.0080	52324.60

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

5.19	1.44	74.66	-91.91	45.61	-0.0030	48359.15
5.51	5.77	77.77	-76.92	43.71	-0.0119	48359.15
5.84	9.27	80.88	-62.56	40.66	-0.0192	48359.15
6.17	12.10	84.00	-49.20	36.68	-0.0250	48359.15
6.50	14.41	87.11	-37.15	31.94	-0.0298	48359.15
6.83	16.31	90.23	-26.65	26.58	-0.0337	48359.15
7.16	17.92	93.34	-17.92	20.70	-0.0371	48359.15
7.49	19.33	96.46	-11.12	14.57	-0.0400	48359.15
7.81	11.60	99.57	-6.33	10.53	-0.0427	27198.92
8.14	12.29	102.69	-2.87	6.49	-0.0452	27198.92
8.47	12.96	105.80	-0.74	2.24	-0.0476	27198.92

Fase: 1 - Combinazione: 3

Altezza scavo

1.9 [m]

Tipo:

S.L.U. [STR-HYD]

Nome:

HYD

Coefficienti sismici:

Kh = 0, Kv = 0

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	0
5	Spinta sismica y	0
6	SOVRACCARICO	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1.25
2	Coesione efficace	1.25
3	Resistenza non drenata	1.4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Profondità di infissione	6.90	[m]
Pressione massima terreno	52.41	[kPa]
Momento massimo	94.84	[kNm/m]
Taglio massimo	61.18	[kN/m]
Gradiente critico	1.03	
Gradiente idraulico	0.06	
Fattore sicurezza a sifonamento	17.93	
Fattore sicurezza sollevamento	17.30	

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0.13	26.77	26.70	-0.34	-3.45	0.2831	--
0.25	27.87	27.90	-0.75	-8.88	0.2730	--
0.38	28.96	29.10	-1.94	-12.34	0.2629	--
0.51	30.06	30.30	-3.50	-16.28	0.2528	--
0.63	31.15	31.50	-5.56	-20.48	0.2427	--
0.76	32.25	32.70	-8.16	-24.42	0.2326	--
0.89	33.34	33.90	-11.31	-28.87	0.2226	--
1.01	34.44	35.10	-14.97	-33.31	0.2126	--
1.14	35.53	36.30	-19.25	-38.24	0.2026	--
1.27	36.63	37.50	-24.13	-43.17	0.1927	--
1.39	37.72	38.71	-29.63	-47.12	0.1829	--
1.52	38.82	39.91	-35.56	-52.80	0.1732	--
1.65	39.91	41.11	-42.25	-57.73	0.1636	--
1.77	41.01	42.31	-49.59	-61.18	0.1541	--
1.90	42.10	43.51	-57.37	-56.26	0.1448	52324.60
2.23	--	46.62	-75.85	-35.37	0.1217	52324.60
2.56	-52.41	49.74	-87.47	-18.15	0.1002	52324.60
2.89	-42.15	52.85	-93.43	-4.27	0.0806	52324.60
3.21	-32.98	55.97	-94.84	6.55	0.0630	52324.60
3.54	-24.89	59.08	-92.69	14.72	0.0476	52324.60
3.87	-17.88	62.20	-87.85	20.59	0.0342	52324.60
4.20	-11.88	65.31	-81.08	24.50	0.0227	52324.60
4.53	-6.83	68.43	-73.03	26.74	0.0130	52324.60
4.86	-2.61	71.54	-64.25	27.59	0.0050	52324.60
5.19	0.79	74.66	-55.18	27.33	-0.0016	48359.15
5.51	3.40	77.77	-46.20	26.21	-0.0070	48359.15
5.84	5.52	80.88	-37.59	24.40	-0.0114	48359.15
6.17	7.23	84.00	-29.57	22.02	-0.0149	48359.15
6.50	8.62	87.11	-22.33	19.19	-0.0178	48359.15

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

6.83	9.77	90.23	-16.03	15.97	-0.0202	48359.15
7.16	10.75	93.34	-10.78	12.44	-0.0222	48359.15
7.49	11.61	96.46	-6.69	8.77	-0.0240	48359.15
7.81	6.97	99.57	-3.81	6.33	-0.0256	27198.92
8.14	7.39	102.69	-1.73	3.91	-0.0272	27198.92
8.47	7.80	105.80	-0.44	1.35	-0.0287	27198.92

Fase: 1 - Combinazione: 4

Altezza scavo 1.9 [m]
 Tipo: S.L.U. [STR]
 Nome: SISMA
 Coefficienti sismici: $K_h = 0.1184$, $K_v = 0.0592$
 Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	1
5	Spinta sismica y	1
6	SOVRACCARICO	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1.35
2	Laterale compressione	1.15
3	Totale	1.3
4	Laterale trazione	1.25
5	Orizzontale	1.3

Profondità di infissione 6.90 [m]
 Pressione massima terreno 99.25 [kPa]
 Momento massimo 157.54 [kNm/m]

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Taglio massimo

106.58 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0.13	54.30	26.70	-0.56	-8.88	0.3624	--
0.25	55.01	27.90	-1.63	-17.76	0.3480	--
0.38	55.72	29.10	-3.75	-26.64	0.3336	--
0.51	56.42	30.30	-7.00	-32.07	0.3191	--
0.63	57.13	31.50	-11.06	-38.98	0.3047	--
0.76	57.84	32.70	-15.94	-47.86	0.2904	--
0.89	58.55	33.90	-21.91	-55.02	0.2761	--
1.01	59.26	35.10	-28.84	-61.92	0.2618	--
1.14	59.97	36.30	-36.72	-70.07	0.2477	--
1.27	60.68	37.50	-45.66	-77.22	0.2336	--
1.39	61.38	38.71	-55.47	-85.86	0.2198	--
1.52	62.09	39.91	-66.22	-93.75	0.2061	--
1.65	62.80	41.11	-78.09	-101.15	0.1926	--
1.77	63.51	42.31	-90.94	-106.58	0.1794	--
1.90	64.22	43.51	-104.45	-92.42	0.1665	93778.05
2.23	--	46.62	-134.81	-50.89	0.1347	93778.05
2.56	-99.25	49.74	-151.53	-18.28	0.1058	93778.05
2.89	-75.30	52.85	-157.54	6.46	0.0803	93778.05
3.21	-54.61	55.97	-155.42	24.40	0.0582	93778.05
3.54	-37.12	59.08	-147.40	36.60	0.0396	93778.05
3.87	-22.69	62.20	-135.38	44.05	0.0242	93778.05
4.20	-11.07	65.31	-120.90	47.69	0.0118	93778.05
4.53	-1.95	68.43	-105.23	48.33	0.0021	93778.05
4.86	4.97	71.54	-89.35	46.71	-0.0053	93778.05
5.19	9.16	74.66	-74.00	43.68	-0.0107	85512.09
5.51	12.37	77.77	-59.65	39.61	-0.0145	85512.09
5.84	14.44	80.88	-46.64	34.86	-0.0169	85512.09
6.17	15.63	84.00	-35.18	29.73	-0.0183	85512.09
6.50	16.15	87.11	-25.41	24.42	-0.0189	85512.09
6.83	16.17	90.23	-17.39	19.11	-0.0189	85512.09
7.16	15.87	93.34	-11.11	13.90	-0.0186	85512.09
7.49	15.34	96.46	-6.54	9.04	-0.0179	85512.09
7.81	8.24	99.57	-3.57	6.16	-0.0172	47994.43
8.14	7.84	102.69	-1.55	3.58	-0.0163	47994.43
8.47	7.41	105.80	-0.38	1.15	-0.0154	47994.43

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto - 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Fase: 1 - Combinazione: 5

Altezza scavo 1.9 [m]
 Tipo: S.L.E. [STR]
 Nome: ESERCIZIO
 Coefficienti sismici: $K_h = 0.0571$, $K_v = 0.0285$
 Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1
3	Spinta falda	1
4	Spinta sismica x	1
5	Spinta sismica y	1
6	SOVRACCARICO	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione 6.90 [m]
 Pressione massima terreno 92.75 [kPa]
 Momento massimo 146.80 [kNm/m]
 Taglio massimo 99.92 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0.13	49.75	26.70	-0.38	-9.87	0.3381	--
0.25	50.57	27.90	-1.56	-15.30	0.3247	--
0.38	51.39	29.10	-3.63	-21.71	0.3112	--

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

0.51	52.21	30.30	-6.38	-29.85	0.2978	--
0.63	53.04	31.50	-10.22	-35.28	0.2844	--
0.76	53.86	32.70	-14.69	-43.67	0.2710	--
0.89	54.68	33.90	-20.19	-50.58	0.2576	--
1.01	55.50	35.10	-26.56	-57.48	0.2444	--
1.14	56.32	36.30	-33.88	-65.13	0.2312	--
1.27	57.14	37.50	-42.13	-72.53	0.2181	--
1.39	57.96	38.71	-51.31	-79.19	0.2052	--
1.52	58.78	39.91	-61.28	-87.34	0.1924	--
1.65	59.60	41.11	-72.38	-94.24	0.1799	--
1.77	60.42	42.31	-84.31	-99.92	0.1675	--
1.90	61.24	43.51	-96.96	-86.60	0.1555	93778.05
2.23	--	46.62	-125.41	-47.78	0.1258	93778.05
2.56	-92.75	49.74	-141.11	-17.33	0.0989	93778.05
2.89	-70.41	52.85	-146.80	5.81	0.0751	93778.05
3.21	-51.08	55.97	-144.89	22.60	0.0545	93778.05
3.54	-34.76	59.08	-137.47	34.02	0.0371	93778.05
3.87	-21.28	62.20	-126.29	41.01	0.0227	93778.05
4.20	-10.42	65.31	-112.82	44.44	0.0111	93778.05
4.53	-1.90	68.43	-98.22	45.06	0.0020	93778.05
4.86	4.58	71.54	-83.41	43.56	-0.0049	93778.05
5.19	8.50	74.66	-69.10	40.75	-0.0099	85512.09
5.51	11.51	77.77	-55.71	36.96	-0.0135	85512.09
5.84	13.45	80.88	-43.56	32.55	-0.0157	85512.09
6.17	14.57	84.00	-32.87	27.76	-0.0170	85512.09
6.50	15.06	87.11	-23.75	22.81	-0.0176	85512.09
6.83	15.09	90.23	-16.25	17.85	-0.0176	85512.09
7.16	14.81	93.34	-10.39	12.98	-0.0173	85512.09
7.49	14.33	96.46	-6.12	8.45	-0.0168	85512.09
7.81	7.70	99.57	-3.34	5.76	-0.0160	47994.43
8.14	7.33	102.69	-1.45	3.35	-0.0153	47994.43
8.47	6.93	105.80	-0.35	1.07	-0.0144	47994.43

Carico limite verticale

Fase 1 Combinazione 1

Fattore Nc	16.070	
Fattore Nq	8.155	
Carico limite punta	408.340	kN
Carico limite laterale	571.160	kN
Carico limite totale	979.499	kN

Forza verticale agente	137.543	kN
Fattore sicurezza	7.121	

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI**Fase 1 Combinazione 2**

Fattore Nc	16.070	
Fattore Nq	8.155	
Carico limite punta	408.340	kN
Carico limite laterale	571.160	kN
Carico limite totale	979.499	kN
Forza verticale agente	137.543	kN
Fattore sicurezza	7.121	

Fase 1 Combinazione 3

Fattore Nc	16.070	
Fattore Nq	8.155	
Carico limite punta	408.340	kN
Carico limite laterale	571.160	kN
Carico limite totale	979.499	kN
Forza verticale agente	137.543	kN
Fattore sicurezza	7.121	

Fase 1 Combinazione 4

Fattore Nc	16.070	
Fattore Nq	8.155	
Carico limite punta	302.474	kN
Carico limite laterale	496.660	kN
Carico limite totale	799.134	kN
Forza verticale agente	137.543	kN
Fattore sicurezza	5.810	

Fase 1 Combinazione 5

Fattore Nc	16.070	
Fattore Nq	8.155	
Carico limite punta	408.340	kN
Carico limite laterale	571.160	kN
Carico limite totale	979.499	kN
Forza verticale agente	137.543	kN
Fattore sicurezza	7.121	

Risultati analisi strutturale

Fase: 1 Risultati analisi strutturale

Fase: 1 - Combinazione: 1

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0.13	CIRC 0.8/l=1.3	34.71	-0.45	-8.339	13Ø22	34.71	-424.40	949.71	Verificata
0.25	CIRC 0.8/l=1.3	36.27	-1.42	-15.074	13Ø22	36.26	-424.76	298.73	Verificata
0.38	CIRC 0.8/l=1.3	37.83	-3.37	-22.451	13Ø22	37.84	-425.13	126.08	Verificata
0.51	CIRC 0.8/l=1.3	39.39	-6.13	-29.186	13Ø22	39.39	-425.49	69.36	Verificata
0.63	CIRC 0.8/l=1.3	40.95	-9.83	-35.600	13Ø22	40.95	-425.85	43.32	Verificata
0.76	CIRC 0.8/l=1.3	42.51	-14.30	-42.977	13Ø22	42.51	-426.22	29.81	Verificata
0.89	CIRC 0.8/l=1.3	44.07	-19.70	-50.354	13Ø22	44.08	-426.58	21.65	Verificata
1.01	CIRC 0.8/l=1.3	45.63	-26.08	-57.410	13Ø22	45.64	-426.94	16.37	Verificata
1.14	CIRC 0.8/l=1.3	47.20	-33.39	-66.711	13Ø22	47.20	-427.30	12.80	Verificata
1.27	CIRC 0.8/l=1.3	48.76	-41.80	-72.484	13Ø22	48.76	-427.66	10.23	Verificata
1.39	CIRC 0.8/l=1.3	50.32	-51.11	-80.822	13Ø22	50.32	-428.03	8.38	Verificata
1.52	CIRC 0.8/l=1.3	51.88	-61.30	-89.322	13Ø22	51.88	-428.39	6.99	Verificata
1.65	CIRC 0.8/l=1.3	53.44	-72.68	-97.340	13Ø22	53.45	-428.75	5.90	Verificata
1.77	CIRC 0.8/l=1.3	55.00	-85.05	-103.754	13Ø22	54.99	-429.11	5.05	Verificata
1.90	CIRC 0.8/l=1.3	56.56	-98.22	-91.100	13Ø22	56.55	-429.47	4.37	Verificata
2.23	CIRC 0.8/l=1.3	60.61	-128.15	-50.762	13Ø22	60.61	-430.41	3.36	Verificata
2.56	CIRC 0.8/l=1.3	64.66	-144.83	-19.033	13Ø22	64.66	-431.34	2.98	Verificata
2.89	CIRC 0.8/l=1.3	68.71	-151.08	5.112	13Ø22	68.70	-432.27	2.86	Verificata
3.21	CIRC 0.8/l=1.3	72.76	-149.41	22.665	13Ø22	72.76	-433.21	2.90	Verificata
3.54	CIRC 0.8/l=1.3	76.81	-141.96	34.645	13Ø22	76.81	-434.14	3.06	Verificata
3.87	CIRC 0.8/l=1.3	80.86	-130.58	42.022	13Ø22	80.86	-435.07	3.33	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

4.20	CIRC 0.8/l=1.3	84.90	-116.77	45.697	13Ø22	84.91	-436.00	3.73	Verificata
4.53	CIRC 0.8/l=1.3	88.95	-101.75	46.450	13Ø22	88.96	-436.93	4.29	Verificata
4.86	CIRC 0.8/l=1.3	93.00	-86.49	44.990	13Ø22	93.00	-437.86	5.06	Verificata
5.19	CIRC 0.8/l=1.3	97.05	-71.71	42.143	13Ø22	97.06	-438.80	6.12	Verificata
5.51	CIRC 0.8/l=1.3	101.10	-57.86	38.279	13Ø22	101.10	-439.73	7.60	Verificata
5.84	CIRC 0.8/l=1.3	105.15	-45.28	33.742	13Ø22	105.15	-440.66	9.73	Verificata
6.17	CIRC 0.8/l=1.3	109.20	-34.20	28.812	13Ø22	109.21	-441.58	12.91	Verificata
6.50	CIRC 0.8/l=1.3	113.25	-24.73	23.701	13Ø22	113.25	-442.51	17.89	Verificata
6.83	CIRC 0.8/l=1.3	117.30	-16.94	18.574	13Ø22	117.29	-443.43	26.17	Verificata
7.16	CIRC 0.8/l=1.3	121.35	-10.84	13.530	13Ø22	121.34	-444.35	40.99	Verificata
7.49	CIRC 0.8/l=1.3	125.40	-6.39	8.821	13Ø22	125.39	-445.28	69.63	Verificata
7.81	CIRC 0.8/l=1.3	129.45	-3.50	6.016	13Ø22	129.45	-446.20	127.59	Verificata
8.14	CIRC 0.8/l=1.3	133.49	-1.52	3.505	13Ø22	133.49	-447.12	293.99	Verificata
8.47	CIRC 0.8/l=1.3	137.54	-0.37	1.125	13Ø22	137.55	-448.05	1212.80	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica a taglio	Angolo inclinazione e puntoni [°]
0.13	9.32E-04	-1.96E-03	-15.48	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.32 Staffe=724.85	0.01	Verificata	21.80
0.25	9.33E-04	-1.96E-03	-15.46	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.42 Staffe=724.77	0.02	Verificata	21.80
0.38	9.34E-04	-1.96E-03	-15.44	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.51 Staffe=724.	0.03	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					69			
0.51	9.35E-04	-1.96E-03	-15.43	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.61 Staffe=724.61	0.04	Verificata	21.80
0.63	9.36E-04	-1.96E-03	-15.41	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.71 Staffe=724.53	0.05	Verificata	21.80
0.76	9.37E-04	-1.96E-03	-15.39	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.80 Staffe=724.45	0.06	Verificata	21.80
0.89	9.38E-04	-1.96E-03	-15.38	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.90 Staffe=724.36	0.07	Verificata	21.80
1.01	9.39E-04	-1.96E-03	-15.36	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.00 Staffe=724.28	0.08	Verificata	21.80
1.14	9.40E-04	-1.96E-03	-15.34	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.09 Staffe=724.20	0.09	Verificata	21.80
1.27	9.41E-04	-1.96E-03	-15.33	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.19 Staffe=724.12	0.10	Verificata	21.80
1.39	9.42E-04	-1.96E-03	-15.31	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.29 Staffe=724.04	0.11	Verificata	21.80
1.52	9.42E-04	-1.96E-03	-15.29	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.38 Staffe=723.96	0.12	Verificata	21.80
1.65	9.43E-04	-1.96E-03	-15.27	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.48 Staffe=723.88	0.13	Verificata	21.80
1.77	9.44E-04	-1.96E-03	-15.26	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.58 Staffe=723.80	0.14	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

1.90	9.45E-04	-1.96E-03	-15.24	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.68 Staffe=723.72	0.13	Verificata	21.80
2.23	9.48E-04	-1.96E-03	-15.20	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.93 Staffe=723.51	0.07	Verificata	21.80
2.56	9.50E-04	-1.96E-03	-15.16	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.19 Staffe=723.30	0.03	Verificata	21.80
2.89	9.53E-04	-1.96E-03	-15.11	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.45 Staffe=723.10	0.01	Verificata	21.80
3.21	9.55E-04	-1.96E-03	-15.07	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.71 Staffe=722.89	0.03	Verificata	21.80
3.54	9.57E-04	-1.96E-03	-15.03	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.96 Staffe=722.69	0.05	Verificata	21.80
3.87	9.60E-04	-1.96E-03	-14.99	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.22 Staffe=722.48	0.06	Verificata	21.80
4.20	9.62E-04	-1.96E-03	-14.95	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.48 Staffe=722.27	0.06	Verificata	21.80
4.53	9.65E-04	-1.96E-03	-14.90	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.73 Staffe=722.07	0.06	Verificata	21.80
4.86	9.67E-04	-1.96E-03	-14.86	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.99 Staffe=721.87	0.06	Verificata	21.80
5.19	9.69E-04	-1.96E-03	-14.82	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.25 Staffe=721.66	0.06	Verificata	21.80
5.51	9.72E-04	-1.96E-03	-14.78	17.5Ø12	Calcestruzzo	0.05	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					o=1006.50 Staffe=721.46			
5.84	9.74E-04	-1.96E-03	-14.74	17.5Ø12	Calcestruzz o=1006.76 Staffe=721.25	0.05	Verificata	21.80
6.17	9.77E-04	-1.96E-03	-14.69	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.02 Staffe=721.05	0.04	Verificata	21.80
6.50	9.79E-04	-1.96E-03	-14.65	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.29 Staffe=720.85	0.03	Verificata	21.80
6.83	9.81E-04	-1.96E-03	-14.61	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.55 Staffe=720.65	0.03	Verificata	21.80
7.16	9.84E-04	-1.96E-03	-14.57	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.81 Staffe=720.45	0.02	Verificata	21.80
7.49	9.86E-04	-1.96E-03	-14.53	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.07 Staffe=720.25	0.01	Verificata	21.80
7.81	9.89E-04	-1.96E-03	-14.49	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.33 Staffe=720.05	0.01	Verificata	21.80
8.14	9.91E-04	-1.96E-03	-14.45	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.60 Staffe=719.86	0.00	Verificata	21.80
8.47	9.93E-04	-1.96E-03	-14.41	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.86 Staffe=719.66	0.00	Verificata	21.80

Fase: 1 - Combinazione: 3

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0.13	CIRC	34.71	-0.45	-4.490	13Ø22	34.71	-424.40	949.71	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

	0.8/l=1.3								
0.25	CIRC 0.8/l=1.3	36.27	-0.97	-11.546	13Ø22	36.26	-424.76	435.66	Verificata
0.38	CIRC 0.8/l=1.3	37.83	-2.52	-16.036	13Ø22	37.84	-425.13	168.79	Verificata
0.51	CIRC 0.8/l=1.3	39.39	-4.55	-21.168	13Ø22	39.39	-425.49	93.51	Verificata
0.63	CIRC 0.8/l=1.3	40.95	-7.23	-26.620	13Ø22	40.95	-425.85	58.89	Verificata
0.76	CIRC 0.8/l=1.3	42.51	-10.60	-31.752	13Ø22	42.51	-426.22	40.20	Verificata
0.89	CIRC 0.8/l=1.3	44.07	-14.71	-37.525	13Ø22	44.08	-426.58	29.01	Verificata
1.01	CIRC 0.8/l=1.3	45.63	-19.46	-43.298	13Ø22	45.64	-426.94	21.94	Verificata
1.14	CIRC 0.8/l=1.3	47.20	-25.02	-49.712	13Ø22	47.20	-427.30	17.08	Verificata
1.27	CIRC 0.8/l=1.3	48.76	-31.36	-56.127	13Ø22	48.76	-427.66	13.64	Verificata
1.39	CIRC 0.8/l=1.3	50.32	-38.51	-61.258	13Ø22	50.32	-428.03	11.11	Verificata
1.52	CIRC 0.8/l=1.3	51.88	-46.23	-68.635	13Ø22	51.88	-428.39	9.27	Verificata
1.65	CIRC 0.8/l=1.3	53.44	-54.92	-75.049	13Ø22	53.45	-428.75	7.81	Verificata
1.77	CIRC 0.8/l=1.3	55.00	-64.47	-79.539	13Ø22	54.99	-429.11	6.66	Verificata
1.90	CIRC 0.8/l=1.3	56.56	-74.58	-73.134	13Ø22	56.55	-429.47	5.76	Verificata
2.23	CIRC 0.8/l=1.3	60.61	-98.61	-45.979	13Ø22	60.61	-430.41	4.36	Verificata
2.56	CIRC 0.8/l=1.3	64.66	-113.71	-23.592	13Ø22	64.66	-431.34	3.79	Verificata
2.89	CIRC 0.8/l=1.3	68.71	-121.46	-5.556	13Ø22	68.70	-432.27	3.56	Verificata
3.21	CIRC 0.8/l=1.3	72.76	-123.29	8.512	13Ø22	72.76	-433.21	3.51	Verificata
3.54	CIRC 0.8/l=1.3	76.81	-120.49	19.137	13Ø22	76.81	-434.14	3.60	Verificata
3.87	CIRC 0.8/l=1.3	80.86	-114.20	26.770	13Ø22	80.86	-435.07	3.81	Verificata
4.20	CIRC 0.8/l=1.3	84.90	-105.41	31.849	13Ø22	84.91	-436.00	4.14	Verificata
4.53	CIRC	88.95	-94.94	34.766	13Ø22	88.96	-436.93	4.60	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

	0.8/l=1.3								
4.86	CIRC 0.8/l=1.3	93.00	-83.52	35.873	13Ø22	93.00	-437.86	5.24	Verificata
5.19	CIRC 0.8/l=1.3	97.05	-71.74	35.534	13Ø22	97.06	-438.80	6.12	Verificata
5.51	CIRC 0.8/l=1.3	101.10	-60.06	34.078	13Ø22	101.10	-439.73	7.32	Verificata
5.84	CIRC 0.8/l=1.3	105.15	-48.86	31.724	13Ø22	105.15	-440.66	9.02	Verificata
6.17	CIRC 0.8/l=1.3	109.20	-38.44	28.629	13Ø22	109.21	-441.58	11.49	Verificata
6.50	CIRC 0.8/l=1.3	113.25	-29.03	24.952	13Ø22	113.25	-442.51	15.24	Verificata
6.83	CIRC 0.8/l=1.3	117.30	-20.83	20.766	13Ø22	117.29	-443.43	21.28	Verificata
7.16	CIRC 0.8/l=1.3	121.35	-14.01	16.176	13Ø22	121.34	-444.35	31.71	Verificata
7.49	CIRC 0.8/l=1.3	125.40	-8.70	11.398	13Ø22	125.39	-445.28	51.20	Verificata
7.81	CIRC 0.8/l=1.3	129.45	-4.95	8.234	13Ø22	129.45	-446.20	90.11	Verificata
8.14	CIRC 0.8/l=1.3	133.49	-2.25	5.079	13Ø22	133.49	-447.12	199.15	Verificata
8.47	CIRC 0.8/l=1.3	137.54	-0.58	1.750	13Ø22	137.55	-448.05	778.22	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica a taglio	Angolo inclinazione e puntoni [°]
0.13	9.32E-04	-1.96E-03	-15.48	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.32 Staffe=724.85	0.01	Verificata	21.80
0.25	9.33E-04	-1.96E-03	-15.46	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.42 Staffe=724.77	0.02	Verificata	21.80
0.38	9.34E-04	-1.96E-03	-15.44	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.51 Staffe=724.69	0.02	Verificata	21.80
0.51	9.35E-04	-1.96E-03	-15.43	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.61 Staffe=724.	0.03	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					61			
0.63	9.36E-04	-1.96E-03	-15.41	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.71 Staffe=724.53	0.04	Verificata	21.80
0.76	9.37E-04	-1.96E-03	-15.39	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.80 Staffe=724.45	0.04	Verificata	21.80
0.89	9.38E-04	-1.96E-03	-15.38	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.90 Staffe=724.36	0.05	Verificata	21.80
1.01	9.39E-04	-1.96E-03	-15.36	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.00 Staffe=724.28	0.06	Verificata	21.80
1.14	9.40E-04	-1.96E-03	-15.34	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.09 Staffe=724.20	0.07	Verificata	21.80
1.27	9.41E-04	-1.96E-03	-15.33	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.19 Staffe=724.12	0.08	Verificata	21.80
1.39	9.42E-04	-1.96E-03	-15.31	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.29 Staffe=724.04	0.08	Verificata	21.80
1.52	9.42E-04	-1.96E-03	-15.29	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.38 Staffe=723.96	0.09	Verificata	21.80
1.65	9.43E-04	-1.96E-03	-15.27	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.48 Staffe=723.88	0.10	Verificata	21.80
1.77	9.44E-04	-1.96E-03	-15.26	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.58 Staffe=723.80	0.11	Verificata	21.80
1.90	9.45E-04	-1.96E-03	-15.24	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.68 Staffe=723.72	0.10	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

2.23	9.48E-04	-1.96E-03	-15.20	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.93 Staffe=723.51	0.06	Verificata	21.80
2.56	9.50E-04	-1.96E-03	-15.16	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.19 Staffe=723.30	0.03	Verificata	21.80
2.89	9.53E-04	-1.96E-03	-15.11	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.45 Staffe=723.10	0.01	Verificata	21.80
3.21	9.55E-04	-1.96E-03	-15.07	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.71 Staffe=722.89	0.01	Verificata	21.80
3.54	9.57E-04	-1.96E-03	-15.03	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.96 Staffe=722.69	0.03	Verificata	21.80
3.87	9.60E-04	-1.96E-03	-14.99	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.22 Staffe=722.48	0.04	Verificata	21.80
4.20	9.62E-04	-1.96E-03	-14.95	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.48 Staffe=722.27	0.04	Verificata	21.80
4.53	9.65E-04	-1.96E-03	-14.90	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.73 Staffe=722.07	0.05	Verificata	21.80
4.86	9.67E-04	-1.96E-03	-14.86	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.99 Staffe=721.87	0.05	Verificata	21.80
5.19	9.69E-04	-1.96E-03	-14.82	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.25 Staffe=721.66	0.05	Verificata	21.80
5.51	9.72E-04	-1.96E-03	-14.78	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.50 Staffe=721.46	0.05	Verificata	21.80
5.84	9.74E-04	-1.96E-03	-14.74	17.5Ø12	Calcestruzzo	0.04	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					o=1006.76 Staffe=721.25			
6.17	9.77E-04	-1.96E-03	-14.69	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.02 Staffe=721.05	0.04	Verificata	21.80
6.50	9.79E-04	-1.96E-03	-14.65	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.29 Staffe=720.85	0.03	Verificata	21.80
6.83	9.81E-04	-1.96E-03	-14.61	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.55 Staffe=720.65	0.03	Verificata	21.80
7.16	9.84E-04	-1.96E-03	-14.57	17.5Ø12	Calcestruzz o=1007.81 Staffe=720.45	0.02	Verificata	21.80
7.49	9.86E-04	-1.96E-03	-14.53	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.07 Staffe=720.25	0.02	Verificata	21.80
7.81	9.89E-04	-1.96E-03	-14.49	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.33 Staffe=720.05	0.01	Verificata	21.80
8.14	9.91E-04	-1.96E-03	-14.45	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.60 Staffe=719.86	0.01	Verificata	21.80
8.47	9.93E-04	-1.96E-03	-14.41	17.5Ø12	Calcestruzz o=1008.86 Staffe=719.66	0.00	Verificata	21.80

Fase: 1 - Combinazione: 4

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0.13	CIRC 0.8/l=1.3	34.71	-0.73	-11.546	13Ø22	34.71	-424.40	580.38	Verificata
0.25	CIRC 0.8/l=1.3	36.27	-2.11	-23.092	13Ø22	36.26	-424.76	201.07	Verificata
0.38	CIRC	37.83	-4.87	-34.638	13Ø22	37.84	-425.13	87.21	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

	0.8/l=1.3								
0.51	CIRC 0.8/l=1.3	39.39	-9.10	-41.694	13Ø22	39.39	-425.49	46.76	Verificata
0.63	CIRC 0.8/l=1.3	40.95	-14.38	-50.674	13Ø22	40.95	-425.85	29.61	Verificata
0.76	CIRC 0.8/l=1.3	42.51	-20.72	-62.220	13Ø22	42.51	-426.22	20.57	Verificata
0.89	CIRC 0.8/l=1.3	44.07	-28.48	-71.521	13Ø22	44.08	-426.58	14.98	Verificata
1.01	CIRC 0.8/l=1.3	45.63	-37.50	-80.502	13Ø22	45.64	-426.94	11.39	Verificata
1.14	CIRC 0.8/l=1.3	47.20	-47.73	-91.086	13Ø22	47.20	-427.30	8.95	Verificata
1.27	CIRC 0.8/l=1.3	48.76	-59.35	-100.387	13Ø22	48.76	-427.66	7.21	Verificata
1.39	CIRC 0.8/l=1.3	50.32	-72.11	-111.612	13Ø22	50.32	-428.03	5.94	Verificata
1.52	CIRC 0.8/l=1.3	51.88	-86.08	-121.875	13Ø22	51.88	-428.39	4.98	Verificata
1.65	CIRC 0.8/l=1.3	53.44	-101.52	-131.497	13Ø22	53.45	-428.75	4.22	Verificata
1.77	CIRC 0.8/l=1.3	55.00	-118.22	-138.553	13Ø22	54.99	-429.11	3.63	Verificata
1.90	CIRC 0.8/l=1.3	56.56	-135.78	-120.148	13Ø22	56.55	-429.47	3.16	Verificata
2.23	CIRC 0.8/l=1.3	60.61	-175.26	-66.156	13Ø22	60.61	-430.41	2.46	Verificata
2.56	CIRC 0.8/l=1.3	64.66	-196.99	-23.770	13Ø22	64.66	-431.34	2.19	Verificata
2.89	CIRC 0.8/l=1.3	68.71	-204.80	8.396	13Ø22	68.70	-432.27	2.11	Verificata
3.21	CIRC 0.8/l=1.3	72.76	-202.04	31.714	13Ø22	72.76	-433.21	2.14	Verificata
3.54	CIRC 0.8/l=1.3	76.81	-191.62	47.579	13Ø22	76.81	-434.14	2.27	Verificata
3.87	CIRC 0.8/l=1.3	80.86	-175.99	57.271	13Ø22	80.86	-435.07	2.47	Verificata
4.20	CIRC 0.8/l=1.3	84.90	-157.17	62.000	13Ø22	84.91	-436.00	2.77	Verificata
4.53	CIRC 0.8/l=1.3	88.95	-136.80	62.832	13Ø22	88.96	-436.93	3.19	Verificata
4.86	CIRC 0.8/l=1.3	93.00	-116.16	60.722	13Ø22	93.00	-437.86	3.77	Verificata
5.19	CIRC	97.05	-96.20	56.778	13Ø22	97.06	-438.80	4.56	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

	0.8/l=1.3								
5.51	CIRC 0.8/l=1.3	101.10	-77.55	51.493	13Ø22	101.10	-439.73	5.67	Verificata
5.84	CIRC 0.8/l=1.3	105.15	-60.63	45.324	13Ø22	105.15	-440.66	7.27	Verificata
6.17	CIRC 0.8/l=1.3	109.20	-45.74	38.646	13Ø22	109.21	-441.58	9.65	Verificata
6.50	CIRC 0.8/l=1.3	113.25	-33.04	31.751	13Ø22	113.25	-442.51	13.39	Verificata
6.83	CIRC 0.8/l=1.3	117.30	-22.61	24.842	13Ø22	117.29	-443.43	19.62	Verificata
7.16	CIRC 0.8/l=1.3	121.35	-14.44	18.067	13Ø22	121.34	-444.35	30.76	Verificata
7.49	CIRC 0.8/l=1.3	125.40	-8.51	11.750	13Ø22	125.39	-445.28	52.33	Verificata
7.81	CIRC 0.8/l=1.3	129.45	-4.65	8.002	13Ø22	129.45	-446.20	96.02	Verificata
8.14	CIRC 0.8/l=1.3	133.49	-2.02	4.658	13Ø22	133.49	-447.12	221.44	Verificata
8.47	CIRC 0.8/l=1.3	137.54	-0.49	1.491	13Ø22	137.55	-448.05	914.90	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica a taglio	Angolo inclinazione e puntoni [°]
0.13	9.32E-04	-1.96E-03	-15.48	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.32 Staffe=724.85	0.02	Verificata	21.80
0.25	9.33E-04	-1.96E-03	-15.46	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.42 Staffe=724.77	0.03	Verificata	21.80
0.38	9.34E-04	-1.96E-03	-15.44	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.51 Staffe=724.69	0.05	Verificata	21.80
0.51	9.35E-04	-1.96E-03	-15.43	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.61 Staffe=724.61	0.06	Verificata	21.80
0.63	9.36E-04	-1.96E-03	-15.41	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.71	0.07	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					Staffe=724.53			
0.76	9.37E-04	-1.96E-03	-15.39	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.80 Staffe=724.45	0.09	Verificata	21.80
0.89	9.38E-04	-1.96E-03	-15.38	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.90 Staffe=724.36	0.10	Verificata	21.80
1.01	9.39E-04	-1.96E-03	-15.36	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.00 Staffe=724.28	0.11	Verificata	21.80
1.14	9.40E-04	-1.96E-03	-15.34	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.09 Staffe=724.20	0.13	Verificata	21.80
1.27	9.41E-04	-1.96E-03	-15.33	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.19 Staffe=724.12	0.14	Verificata	21.80
1.39	9.42E-04	-1.96E-03	-15.31	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.29 Staffe=724.04	0.15	Verificata	21.80
1.52	9.42E-04	-1.96E-03	-15.29	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.38 Staffe=723.96	0.17	Verificata	21.80
1.65	9.43E-04	-1.96E-03	-15.27	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.48 Staffe=723.88	0.18	Verificata	21.80
1.77	9.44E-04	-1.96E-03	-15.26	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.58 Staffe=723.80	0.19	Verificata	21.80
1.90	9.45E-04	-1.96E-03	-15.24	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.68 Staffe=723.72	0.17	Verificata	21.80
2.23	9.48E-04	-1.96E-03	-15.20	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.93 Staffe=723.	0.09	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					51			
2.56	9.50E-04	-1.96E-03	-15.16	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.19 Staffe=723.30	0.03	Verificata	21.80
2.89	9.53E-04	-1.96E-03	-15.11	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.45 Staffe=723.10	0.01	Verificata	21.80
3.21	9.55E-04	-1.96E-03	-15.07	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.71 Staffe=722.89	0.04	Verificata	21.80
3.54	9.57E-04	-1.96E-03	-15.03	17.5Ø12	Calcestruzzo=1004.96 Staffe=722.69	0.07	Verificata	21.80
3.87	9.60E-04	-1.96E-03	-14.99	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.22 Staffe=722.48	0.08	Verificata	21.80
4.20	9.62E-04	-1.96E-03	-14.95	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.48 Staffe=722.27	0.09	Verificata	21.80
4.53	9.65E-04	-1.96E-03	-14.90	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.73 Staffe=722.07	0.09	Verificata	21.80
4.86	9.67E-04	-1.96E-03	-14.86	17.5Ø12	Calcestruzzo=1005.99 Staffe=721.87	0.08	Verificata	21.80
5.19	9.69E-04	-1.96E-03	-14.82	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.25 Staffe=721.66	0.08	Verificata	21.80
5.51	9.72E-04	-1.96E-03	-14.78	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.50 Staffe=721.46	0.07	Verificata	21.80
5.84	9.74E-04	-1.96E-03	-14.74	17.5Ø12	Calcestruzzo=1006.76 Staffe=721.25	0.06	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

6.17	9.77E-04	-1.96E-03	-14.69	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.02 Staffe=721.05	0.05	Verificata	21.80
6.50	9.79E-04	-1.96E-03	-14.65	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.29 Staffe=720.85	0.04	Verificata	21.80
6.83	9.81E-04	-1.96E-03	-14.61	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.55 Staffe=720.65	0.03	Verificata	21.80
7.16	9.84E-04	-1.96E-03	-14.57	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.81 Staffe=720.45	0.03	Verificata	21.80
7.49	9.86E-04	-1.96E-03	-14.53	17.5Ø12	Calcestruzzo=1008.07 Staffe=720.25	0.02	Verificata	21.80
7.81	9.89E-04	-1.96E-03	-14.49	17.5Ø12	Calcestruzzo=1008.33 Staffe=720.05	0.01	Verificata	21.80
8.14	9.91E-04	-1.96E-03	-14.45	17.5Ø12	Calcestruzzo=1008.60 Staffe=719.86	0.01	Verificata	21.80
8.47	9.93E-04	-1.96E-03	-14.41	17.5Ø12	Calcestruzzo=1008.86 Staffe=719.66	0.00	Verificata	21.80

Fase: 1 - Combinazione: 5

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Flessione
0.13	CIRC 0.8/l=1.3	34.71	-0.49	-12.829	13Ø22	34.71	-424.40	870.57	Verificata
0.25	CIRC 0.8/l=1.3	36.27	-2.03	-19.885	13Ø22	36.26	-424.76	209.11	Verificata
0.38	CIRC 0.8/l=1.3	37.83	-4.71	-28.224	13Ø22	37.84	-425.13	90.21	Verificata
0.51	CIRC	39.39	-8.29	-38.808	13Ø22	39.39	-425.49	51.34	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

	0.8/l=1.3								
0.63	CIRC 0.8/l=1.3	40.95	-13.28	-45.863	13Ø22	40.95	-425.85	32.06	Verificata
0.76	CIRC 0.8/l=1.3	42.51	-19.09	-56.768	13Ø22	42.51	-426.22	22.32	Verificata
0.89	CIRC 0.8/l=1.3	44.07	-26.24	-65.748	13Ø22	44.08	-426.58	16.25	Verificata
1.01	CIRC 0.8/l=1.3	45.63	-34.53	-74.729	13Ø22	45.64	-426.94	12.36	Verificata
1.14	CIRC 0.8/l=1.3	47.20	-44.04	-84.671	13Ø22	47.20	-427.30	9.70	Verificata
1.27	CIRC 0.8/l=1.3	48.76	-54.76	-94.293	13Ø22	48.76	-427.66	7.81	Verificata
1.39	CIRC 0.8/l=1.3	50.32	-66.71	-102.952	13Ø22	50.32	-428.03	6.42	Verificata
1.52	CIRC 0.8/l=1.3	51.88	-79.67	-113.536	13Ø22	51.88	-428.39	5.38	Verificata
1.65	CIRC 0.8/l=1.3	53.44	-94.09	-122.516	13Ø22	53.45	-428.75	4.56	Verificata
1.77	CIRC 0.8/l=1.3	55.00	-109.61	-129.893	13Ø22	54.99	-429.11	3.92	Verificata
1.90	CIRC 0.8/l=1.3	56.56	-126.04	-112.575	13Ø22	56.55	-429.47	3.41	Verificata
2.23	CIRC 0.8/l=1.3	60.61	-163.04	-62.114	13Ø22	60.61	-430.41	2.64	Verificata
2.56	CIRC 0.8/l=1.3	64.66	-183.44	-22.526	13Ø22	64.66	-431.34	2.35	Verificata
2.89	CIRC 0.8/l=1.3	68.71	-190.85	7.554	13Ø22	68.70	-432.27	2.27	Verificata
3.21	CIRC 0.8/l=1.3	72.76	-188.36	29.376	13Ø22	72.76	-433.21	2.30	Verificata
3.54	CIRC 0.8/l=1.3	76.81	-178.71	44.223	13Ø22	76.81	-434.14	2.43	Verificata
3.87	CIRC 0.8/l=1.3	80.86	-164.18	53.313	13Ø22	80.86	-435.07	2.65	Verificata
4.20	CIRC 0.8/l=1.3	84.90	-146.66	57.766	13Ø22	84.91	-436.00	2.97	Verificata
4.53	CIRC 0.8/l=1.3	88.95	-127.68	58.575	13Ø22	88.96	-436.93	3.42	Verificata
4.86	CIRC 0.8/l=1.3	93.00	-108.44	56.632	13Ø22	93.00	-437.86	4.04	Verificata
5.19	CIRC 0.8/l=1.3	97.05	-89.83	52.971	13Ø22	97.06	-438.80	4.88	Verificata
5.51	CIRC	101.10	-72.42	48.054	13Ø22	101.10	-439.73	6.07	Verificata

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

	0.8/l=1.3								
5.84	CIRC 0.8/l=1.3	105.15	-56.63	42.312	13Ø22	105.15	-440.66	7.78	Verificata
6.17	CIRC 0.8/l=1.3	109.20	-42.73	36.090	13Ø22	109.21	-441.58	10.33	Verificata
6.50	CIRC 0.8/l=1.3	113.25	-30.87	29.655	13Ø22	113.25	-442.51	14.33	Verificata
6.83	CIRC 0.8/l=1.3	117.30	-21.13	23.208	13Ø22	117.29	-443.43	20.98	Verificata
7.16	CIRC 0.8/l=1.3	121.35	-13.50	16.879	13Ø22	121.34	-444.35	32.90	Verificata
7.49	CIRC 0.8/l=1.3	125.40	-7.96	10.991	13Ø22	125.39	-445.28	55.96	Verificata
7.81	CIRC 0.8/l=1.3	129.45	-4.35	7.482	13Ø22	129.45	-446.20	102.63	Verificata
8.14	CIRC 0.8/l=1.3	133.49	-1.89	4.357	13Ø22	133.49	-447.12	236.69	Verificata
8.47	CIRC 0.8/l=1.3	137.54	-0.46	1.396	13Ø22	137.55	-448.05	976.95	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio OK<=1	Verifica a taglio	Angolo inclinazione e puntoni [°]
0.13	9.32E-04	-1.96E-03	-15.48	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.32 Staffe=724.85	0.02	Verificata	21.80
0.25	9.33E-04	-1.96E-03	-15.46	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.42 Staffe=724.77	0.03	Verificata	21.80
0.38	9.34E-04	-1.96E-03	-15.44	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.51 Staffe=724.69	0.04	Verificata	21.80
0.51	9.35E-04	-1.96E-03	-15.43	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.61 Staffe=724.61	0.05	Verificata	21.80
0.63	9.36E-04	-1.96E-03	-15.41	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.71 Staffe=724.53	0.06	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

0.76	9.37E-04	-1.96E-03	-15.39	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.80 Staffe=724.45	0.08	Verificata	21.80
0.89	9.38E-04	-1.96E-03	-15.38	17.5Ø12	Calcestruzzo=1002.90 Staffe=724.36	0.09	Verificata	21.80
1.01	9.39E-04	-1.96E-03	-15.36	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.00 Staffe=724.28	0.10	Verificata	21.80
1.14	9.40E-04	-1.96E-03	-15.34	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.09 Staffe=724.20	0.12	Verificata	21.80
1.27	9.41E-04	-1.96E-03	-15.33	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.19 Staffe=724.12	0.13	Verificata	21.80
1.39	9.42E-04	-1.96E-03	-15.31	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.29 Staffe=724.04	0.14	Verificata	21.80
1.52	9.42E-04	-1.96E-03	-15.29	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.38 Staffe=723.96	0.16	Verificata	21.80
1.65	9.43E-04	-1.96E-03	-15.27	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.48 Staffe=723.88	0.17	Verificata	21.80
1.77	9.44E-04	-1.96E-03	-15.26	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.58 Staffe=723.80	0.18	Verificata	21.80
1.90	9.45E-04	-1.96E-03	-15.24	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.68 Staffe=723.72	0.16	Verificata	21.80
2.23	9.48E-04	-1.96E-03	-15.20	17.5Ø12	Calcestruzzo=1003.93 Staffe=723.51	0.09	Verificata	21.80
2.56	9.50E-04	-1.96E-03	-15.16	17.5Ø12	Calcestruzzo	0.03	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					o=1004.19 Staffe=723.30			
2.89	9.53E-04	-1.96E-03	-15.11	17.5Ø12	Calcestruzzo o=1004.45 Staffe=723.10	0.01	Verificata	21.80
3.21	9.55E-04	-1.96E-03	-15.07	17.5Ø12	Calcestruzzo o=1004.71 Staffe=722.89	0.04	Verificata	21.80
3.54	9.57E-04	-1.96E-03	-15.03	17.5Ø12	Calcestruzzo o=1004.96 Staffe=722.69	0.06	Verificata	21.80
3.87	9.60E-04	-1.96E-03	-14.99	17.5Ø12	Calcestruzzo o=1005.22 Staffe=722.48	0.07	Verificata	21.80
4.20	9.62E-04	-1.96E-03	-14.95	17.5Ø12	Calcestruzzo o=1005.48 Staffe=722.27	0.08	Verificata	21.80
4.53	9.65E-04	-1.96E-03	-14.90	17.5Ø12	Calcestruzzo o=1005.73 Staffe=722.07	0.08	Verificata	21.80
4.86	9.67E-04	-1.96E-03	-14.86	17.5Ø12	Calcestruzzo o=1005.99 Staffe=721.87	0.08	Verificata	21.80
5.19	9.69E-04	-1.96E-03	-14.82	17.5Ø12	Calcestruzzo o=1006.25 Staffe=721.66	0.07	Verificata	21.80
5.51	9.72E-04	-1.96E-03	-14.78	17.5Ø12	Calcestruzzo o=1006.50 Staffe=721.46	0.07	Verificata	21.80
5.84	9.74E-04	-1.96E-03	-14.74	17.5Ø12	Calcestruzzo o=1006.76 Staffe=721.25	0.06	Verificata	21.80
6.17	9.77E-04	-1.96E-03	-14.69	17.5Ø12	Calcestruzzo o=1007.02	0.05	Verificata	21.80

PERIZIA DI VARIANTE

Messa in sicurezza idraulica della Media Valle del Tevere a tutela della sicurezza idraulica della Città di Roma - I lotto – 2° stralcio -

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

					Staffe=721.05			
6.50	9.79E-04	-1.96E-03	-14.65	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.29 Staffe=720.85	0.04	Verificata	21.80
6.83	9.81E-04	-1.96E-03	-14.61	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.55 Staffe=720.65	0.03	Verificata	21.80
7.16	9.84E-04	-1.96E-03	-14.57	17.5Ø12	Calcestruzzo=1007.81 Staffe=720.45	0.02	Verificata	21.80
7.49	9.86E-04	-1.96E-03	-14.53	17.5Ø12	Calcestruzzo=1008.07 Staffe=720.25	0.02	Verificata	21.80
7.81	9.89E-04	-1.96E-03	-14.49	17.5Ø12	Calcestruzzo=1008.33 Staffe=720.05	0.01	Verificata	21.80
8.14	9.91E-04	-1.96E-03	-14.45	17.5Ø12	Calcestruzzo=1008.60 Staffe=719.86	0.01	Verificata	21.80
8.47	9.93E-04	-1.96E-03	-14.41	17.5Ø12	Calcestruzzo=1008.86 Staffe=719.66	0.00	Verificata	21.80

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA PARATIA DI PALI

7. Sifonamento

Le **analisi idrauliche**, e in particolare quelle relative al **fenomeno di sifonamento**, sono state **impostate in continuità con quanto già sviluppato nel progetto originario**, poiché le sezioni interessate dalla **variante in corso d'opera** presentano **condizioni geotecniche e idrauliche analoghe** a quelle considerate in fase di progettazione.

A supporto di tale valutazione si rimanda all'elaborato **PE-GG_R04**, e in particolare al **paragrafo 6.4**, nel quale sono riportati i risultati e i criteri di calcolo di riferimento.

8. Conclusioni

Alla luce delle valutazioni svolte, l'insieme delle opere previste risulta coerente e idoneo al raggiungimento degli obiettivi di stabilizzazione e sicurezza idraulica del tratto fluviale in esame. Tuttavia, considerando la dinamica morfologica del corso d'acqua e l'azione erosiva potenzialmente significativa esercitata dal Tevere, si ritiene necessario prevedere post-operam **un piano di monitoraggio**, finalizzato al controllo dell'evoluzione del profilo sponale e del comportamento dell'argine nel tempo.

Il monitoraggio dovrà consentire la tempestiva individuazione di eventuali fenomeni di erosione regressiva o di instabilità localizzata al piede dell'argine, condizioni che — qualora si manifestassero — potrebbero compromettere l'efficacia delle opere previste. In presenza di segnali sfavorevoli o di evidenze oggettive di erosione al piede, si dovrà prevedere **la realizzazione di opere di difesa adeguate**, al fine di ristabilire condizioni di sicurezza e di proteggere la base dell'opera dall'azione erosiva del fiume.

L'integrazione di un sistema di monitoraggio e con eventuali interventi correttivi costituisce dunque un elemento essenziale per garantire la piena efficacia, la durabilità e la sostenibilità dell'intervento nel suo ciclo di vita.