

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J64H17000140001

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELLO

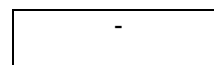
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO

OPERE D'ARTE

FV03 – Fermata di Ponte San Pietro

Relazione di calcolo opere di varo

SCALA:



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

N B 1 R 0 2 D 2 6 C L F V 0 3 0 0 0 0 4 A

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|---------------------|-----------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------------|
| A | EMISSIONE ESECUTIVA | F. Serrau | Marzo 2020 | A. Majan | Marzo 2020 | M. Berlinger | Marzo 2020 | A. Perego |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |



File: NB1R02D26CLFV0300004A

n. Elab.:

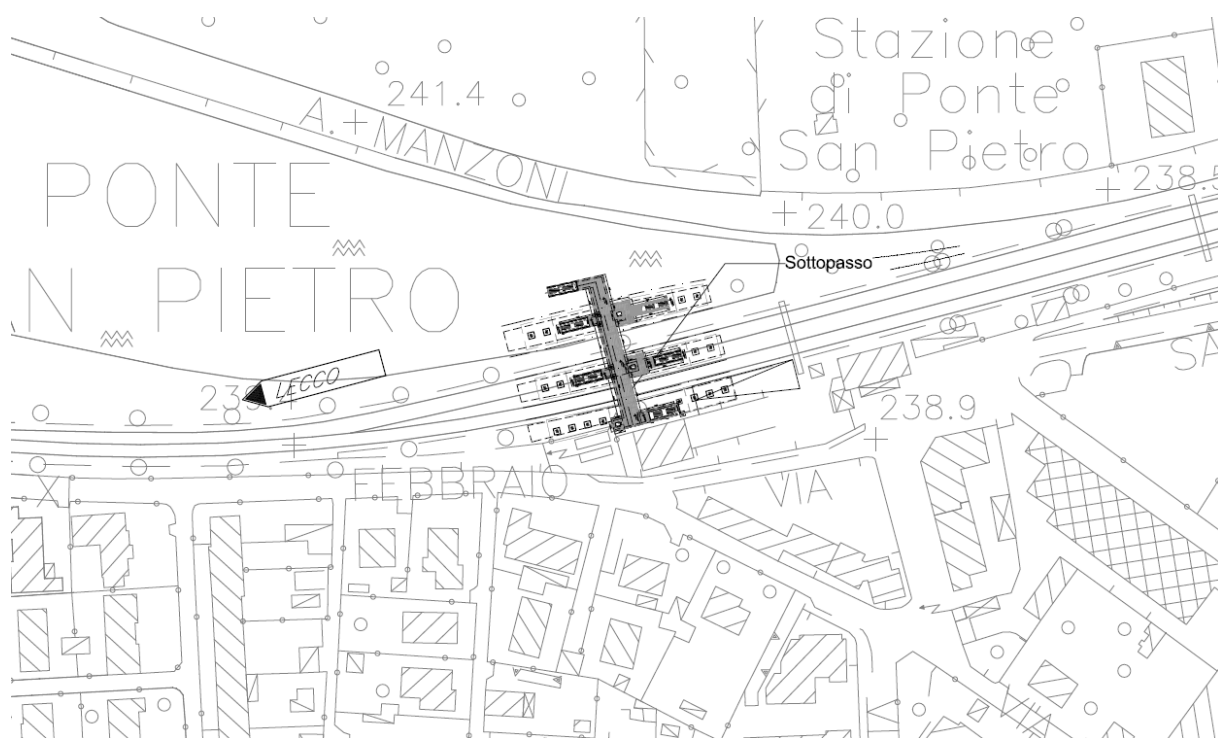
INDICE

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 2 | DESCRIZIONE DELL'OPERA | 4 |
| 3 | NORMATIVE DI RIFERIMENTO | 5 |
| 4 | CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 6 |
| 4.1 | CALCESTRUZZO FONDAZIONI E ELEVAZIONI MURO REGGISPINTA C28/35 | 6 |
| 4.2 | ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450 C | 6 |
| 5 | MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO | 7 |
| 6 | ANALISI DEL MURO REGGISPINTA | 8 |
| 6.1 | SPINTA DEI MARTINETTI IDRAULICI | 8 |
| 6.2 | VERIFICHE DEL MURO REGGISPINTA | 11 |
| 6.2.1 | <i>Fasi di calcolo</i> | 11 |
| 6.2.2 | <i>Verifiche strutturali del muro</i> | 12 |
| 6.3 | VERIFICHE DELLA PLATEA DI VARO..... | 15 |
| 7 | INCIDENZA DELL'ARMATURA | 16 |

1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito del Progetto Definitivo dei nuovi sottopassi di stazione e dei manufatti di accesso inerenti il progetto di raddoppio ferroviario tra Ponte S. Pietro e Bergamo.

In questa relazione di calcolo sono riportate le analisi e le verifiche strutturali e geotecniche delle opere di stazione in progetto, realizzate ai sensi del D.M. 17/01/2018 e relativa Circolare esplicativa n. 7 del 21/01/2019, con particolare riferimento alle opere di varo del nuovo sottopasso della stazione Ponte San Pietro (BG).



2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Per la stazione di Ponte San Pietro è prevista la realizzazione di un sottopasso scatolare per l'accesso alle due banchine previste in stazione. L'intervento prevede, inoltre, la realizzazione delle relative rampe scale, vani ascensori e relativi locali tecnici, al fine di migliorare e rendere più sicura la fruibilità dei servizi di trasporto.

Nel presente documento sono trattate le analisi e le verifiche delle opere previste per il varo dello scatolare sottopasso alla stazione di Ponte San Pietro. In particolare, le strutture oggetto della presente relazione, sono il muro reggispinta e la platea di varo.

Il muro reggispinta è costituito di un muro in c.a. con altezza di 3.80 m, lunghezza di 5.60 m e spessore di 1.2 m. Il muro è posizionato così che l'intradosso è posto 1.80 m sotto l'estradosso della platea di varo.

La platea di varo è costituita da una soletta di spessore pari ad 80 cm per una lunghezza pari a 5 m dal muro reggispinta e pari a 30 cm nella parte rimanente.

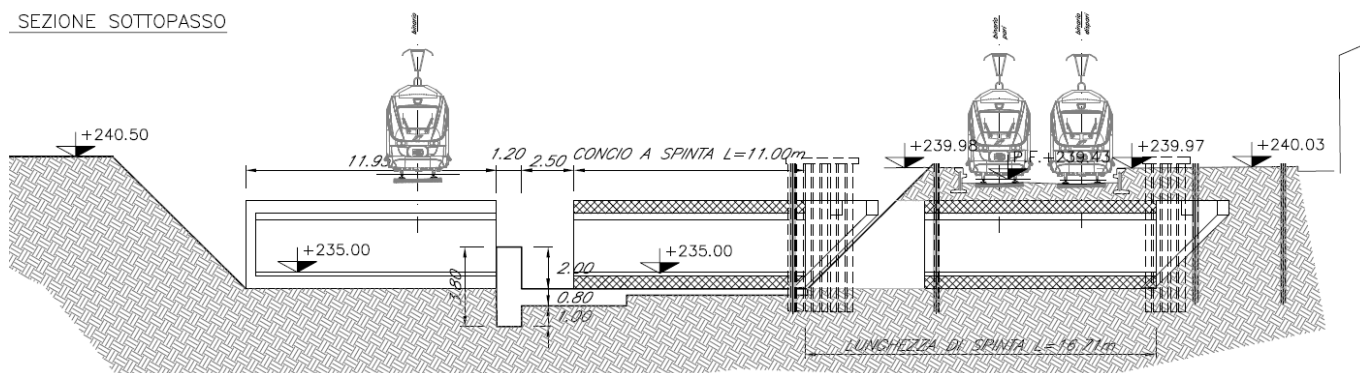



Figura 1 – Sezione in asse sottopasso (Fase 2)

Per maggiori approfondimenti sulle geometrie delle diverse parti dell'opera si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

| | | | | | | |
|---|---|-------------|--------------------|-------------------------|-----------|-------------------|
|  | PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO FV03 – FERMATA DI PONTE SAN PIETRO | | | | | |
| RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI VARO | COMMESSA NB1R | LOTTO 02 | CODIFICA D26 CL | DOCUMENTO FV0300 004 | REV. A | FOGLIO 5 di 16 |

3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

I calcoli sono svolti in conformità alle normative vigenti con particolare riferimento a:

- D.M. 17/01/2018 (NTC18): “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 21/01/2019, n.7 CSLLP
- Norma Europea UNI ENV 1990: “Eurocodice 0 – Basi di calcolo”;
- Norma Europea UNI ENV 1991: “Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture”;
- Norma Europea UNI ENV 1992: “Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo”;
- Norma Europea UNI ENV 1997: “Eurocodice 7 – Progettazione Geotecnica”;
- Norma Europea UNI EN 1198: “Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture”.

Inoltre si sono tenute presenti le indicazioni e restrizioni di cui alle norme ferroviarie in particolare:

- RFI DTC SI PS MA IFS 001 C: “Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e strutture”, e Parte II – Sezione 3 – Corpo Stradale”;
- RFI DTC SI SP IFS 001 C: “Capitolato Generale Tecnico di Appalto OCCC RFI”.


4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 CALCESTRUZZO FONDAZIONI E ELEVAZIONI MURO REGGISPINTA C28/35

| | | |
|---|--|----------------------|
| Peso Specifico | $\gamma =$ | 25 kN/m ³ |
| Resistenza Cubica Caratteristica a compressione | $R_{ck} =$ | 35 MPa |
| Resistenza Cilindrica Caratteristica a compressione | $f_{ck} =$ | 28 MPa |
| Resistenza Cilindrica Media a compressione | $f_{cm} = f_{ck} + 8 =$ | 36 MPa |
| Modulo Elastico | $E = 22000 \cdot [f_{cm}/10]^{0.3} =$ | 32308 MPa |
| Coefficiente parziale di sicurezza allo SLU | $\gamma_C =$ | 1.5 |
| Resistenza Cilindrica media a trazione | $f_{ctm} = 0,3 \cdot (f_{ck})^{2/3} =$ | 2.77 MPa |
| Resistenza Cilindrica Caratteristica a trazione | $f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} =$ | 1.94 MPa |
| Resistenza di Calcolo a trazione | $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C =$ | 1.29 MPa |
| Resistenza media a trazione per flessione | $f_{cfm} = 1,2 \cdot f_{ctm} =$ | 3.32 MPa |
| Resistenza Cilindrica caratteristica a trazione | $f_{cfk} = 0,7 \cdot f_{cfm} =$ | 2.32 MPa |

4.2 ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450 C

| | | |
|--|--------------------------------|------------------------|
| Peso Specifico | $\gamma =$ | 78.5 kN/m ³ |
| Modulo Elastico | $E =$ | 206000 MPa |
| Resistenza caratteristica allo snervamento | $f_{yk} =$ | 450 MPa |
| Resistenza caratteristica a rottura | $f_{tk} =$ | 540 MPa |
| Coefficiente di sicurezza allo SLU | $\gamma_S =$ | 1,15 |
| Resistenza di calcolo allo SLU | $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S =$ | 391,3 MPa |

| | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------|--------------------|-------------------------|-----------|
|  ITALFERR XGRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO FV03 – FERMATA DI PONTE SAN PIETRO | | | | | |
| | RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI VARO | COMMESSA NB1R | LOTTO 02 | CODIFICA D26 CL | DOCUMENTO FV0300 004 | REV. A |

5 MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

In accordo con le analisi geognostiche effettuate nell'area oggetto di intervento, di seguito si riportano i parametri geotecnici di progetto utilizzati per terreni interessati

Le indagini di riferimento sono: e PNBGF1F01, L1-S17, DHBGF1P02 e L1-S16.

| Strato | Profondità media | Profondità media | Descrizione | |
|--------|------------------|------------------|-------------|-------------------------------------|
| | Da [m da p.c.] | A [m da p.c.] | | |
| Ug1 | 2 | 25 | S(G), S,G | Sabbia ghiaiosa e sabbia con ghiaia |
| Ug4 | 25 | 30 | Congl | Conglomerato |

| Strato | Parametri di resistenza | | | | | Parametri di deformabilità | | | | | |
|--------|-------------------------|-------|------------|-------|-------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|--------|-------------|
| | γ_n | K_0 | φ' | c' | c_u | G_0 | E_0 | E_{op1} | E_{op2} | ν' | $k_v^{(*)}$ |
| | [kN/m ³] | [-] | [°] | [kPa] | [kPa] | [MPa] | [MPa] | [MPa] | [MPa] | [-] | [m/s] |
| Ug1 | 20 | 0.41 | 36 | 0 | - | 120 - 240 | 300 - 600 | 30 - 60 | 45 - 90 | 0.25 | 1.00E-06 |
| Ug4 | 20 | 0.42 | 40 | 0 | - | 400 | 1000 | 150 | 250 | 0.25 | 1.00E-10 |


Note:

- Gli intervalli, dove presenti, fanno riferimento a valori crescenti con la profondità.
- (*) per analisi di cedimento adottare cautelativamente i parametri di permeabilità verticale definiti in tabella; per analisi di stabilità adottare anche i parametri di permeabilità orizzontale $k_h = 10 k_v$ per tutti i materiali tranne Ug1 per cui adottare $k_h = k_v$.
- I moduli E_{op1} ed E_{op2} sono da adottarsi rispettivamente E_{op1} per problemi di "primo carico" (esempio fondazioni dirette, profonde e rilevati) ed E_{op2} per problemi di scarico e/o di scarico-ricarico (esempio: fronti di scavo sostenuti con opere di sostegno tipo paratie tirantate e non).

Assunta quota p.c. corrispondente circa con il piano di regolamento del ballast, i terreni interagenti con l'opera sono sostanzialmente costituiti da sabbie ghiaiose e/o sabbie con ghiaia.

In particolare, si assume l'unità **UG1** come unità geotecnica di riferimento per il calcolo.

Dalle indagini geotecniche è stata desunta una quota di falda posta circa ad profondità media di 20 metri da p.c., per cui può ritenersi non interferente con le opere in esame.

| | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------|--------------------|-------------------------|-----------|
|  ITALFERR XGRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO FV03 – FERMATA DI PONTE SAN PIETRO | | | | | |
| | RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI VARO | COMMESSA NB1R | LOTTO 02 | CODIFICA D26 CL | DOCUMENTO FV0300 004 | REV. A |

6 ANALISI DEL MURO REGGISPINTA

La metodologia costruttiva, utilizzata per la realizzazione del sottopasso prevede la costruzione “fuori opera” della struttura e la successiva spinta, attraverso martinetti oleodinamici, nella posizione definitiva. Il posizionamento dell’opera, nel suo assetto finale, avviene mediante sequenze di scavo all’interno dell’opera e infissione della stessa nel terreno.

Il manufatto è realizzato direttamente sulla platea di varo, che funge sia da piano di impostazione della struttura, sia da piano di scorrimento. La platea di varo dovrà assumere pertanto una posizione tale da garantire l’esatto posizionamento finale del monolite. La platea presenta inoltre dei cordoli guida laterali per agevolare la corretta infissione dello spingitubo. Tra la soletta inferiore del monolite e la platea di varo, si interpone un foglio di polietilene al fine di diminuire gli effetti dell’attrito.

L’analisi è condotta per le fasi iniziale e finale di spinta del monolite.

6.1 SPINTA DEI MARTINETTI IDRAULICI

La spinta dei martinetti viene calcolata sulla base di indicazioni suggerite da Széchy, nel testo “*Attrezzature e cantieri per la costruzione di gallerie*”, di A. Passaro e L. De Lieto, ed. Liguori, secondo le quali il numero e la capacità dei martinetti dovranno essere dimensionati in modo tale che solo il 60% di essi lavori al massimo durante la fase di spinta. L’espressione del calcolo della spinta dipende dalla natura del terreno, dalla profondità dello scavo e dalla lunghezza dello scatolare.

La spinta totale massima dei martinetti, Q_{tot} , viene calcolata come somma della resistenza laterale di attrito e della resistenza all’avanzamento della testa tagliente:

$$0.6 Q = L_m * B * \sigma_v * f + L_m * U * \sigma_h * f_{lat} + (P_p + P_t + Q_{ACC}) * f_{inf} + A_m * \sigma_v * \lambda_p$$

Nella fase iniziale di spinta la forza esercitata dai martinetti è:

$$0.6 Q_1 = P_p * f'$$

Le modalità di scavo all’interno dello scatolare in fase di avanzamento consente di poter ritenere nullo il relativo contributo alle forze di resistenza e quindi adottare la seguente relazione ridotta:

$$0.6 Q_2 = L_m * U * \sigma_h * f_{lat} + (P_p + P_t) * f_{fond}$$

Per il sottopasso in esame, dunque, si ha:

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI VARO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|---------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 004 | A | 9 di 16 |

- $L_m = 11.00$ m tratto d'opera a contatto con il terreno
- $B = 5.60$ m larghezza dello scatolare a contatto con il terreno
- $\sigma_v = 0$ forza verticale per unità di superficie calcolata
sull'estradosso dello scatolare
- $h' = 0$ altezza ricoprimento scatolare
- $U = 8.2$ mq/m perimetro dello scatolare a contatto con il terreno (solo pareti
verticali)
- $\sigma_h = \gamma h'' k_0 = 16.9$ kN/mq forza orizzontale per unità di superficie calcolata nel
baricentro dello scatolare
- $\gamma = 20$ KN/m³ peso specifico del terreno
- $h'' = 2.05$ m quota media del baricentro dello scatolare rispetto al piano
campagna
- $k_0 = 0.41$ coefficiente di spinta a riposo terreno ($\varphi = 36^\circ$)
- $f_{lat} = 0.60$ coefficiente di attrito terreno-pareti laterali (presenza della
resina epossidica bicomponente)
- $f_{inf} = 0.30$ coefficiente di attrito intradosso fondazione (si assume pari a
0.30 per la presenza delle travi-slitta)
- $f_{fond} = \text{tg}(2/3 * \varphi) = 0.445$ coefficiente attrito terreno-fondazione ($\varphi = 36^\circ$)
- $P_p = 2805$ kN peso dello scatolare
- $P_t = 0$ kN peso del terrapieno sulla soletta superiore
- $f' = \text{tg}45^\circ = 1.0$ attrito di primo distacco dalla platea di varo

Si ottiene, dunque:

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI VARO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 004 | A | 10 di 16 |

$0.6 Q = 3720 \text{ kN}$ spinta da esercitare tramite i martinetti

$Q = 3720/0.6 = 6200 \text{ kN}$ carico utile al dimensionamento dei martinetti

Questo valore della spinta serve per dimensionare i martinetti; per il calcolo delle strutture di contrasto si utilizza un valore non amplificato.

Seguono le forze da considerare nella verifica di resistenza della trave di varo:

$P_p = 921 \text{ kN}$ peso proprio della platea di varo

$R_{t,1} = (921+2805) \cdot \text{tg} (2/3 \cdot 36) = 1659 \text{ kN}$ resistenza di attrito offerta dal terreno in prima fase

$R_{t,2} = 921 \cdot \text{tg} (2/3 \cdot 36^\circ) = 410 \text{ kN}$ resistenza di attrito offerta dal terreno in fase finale

$R_{t,1} = 0 \text{ kN}$ Nella fase di varo iniziale l'interazione tra la spinta esercitata sul monolite è interna (tra platea di varo e muro reggispinta)

$R_{t,2} = 6200 \text{ kN}$ Nella fase finale di spinta la forza di trazione nella platea di varo non è considerata a favore di sicurezza. Si adotta come forza di spinta di progetto il valore massimo ammissibile esercitato dai martinetti.

| | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------|--------------------|-------------------------|-----------|
|  ITALFERR XGRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO FV03 – FERMATA DI PONTE SAN PIETRO | | | | | |
| | RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI VARO | COMMESSA NB1R | LOTTO 02 | CODIFICA D26 CL | DOCUMENTO FV0300 004 | REV. A |

6.2 VERIFICHE DEL MURO REGGIPINTA

6.2.1 Fasi di calcolo

L'analisi ha lo scopo di calcolare le sollecitazioni e gli spostamenti della paratia reggispinta considerando l'interazione terreno-struttura.

6.2.1.1 Prima fase

Nella prima fase la struttura è soggetta alle forze di trazione tra platea di varo e monolite di spinta.

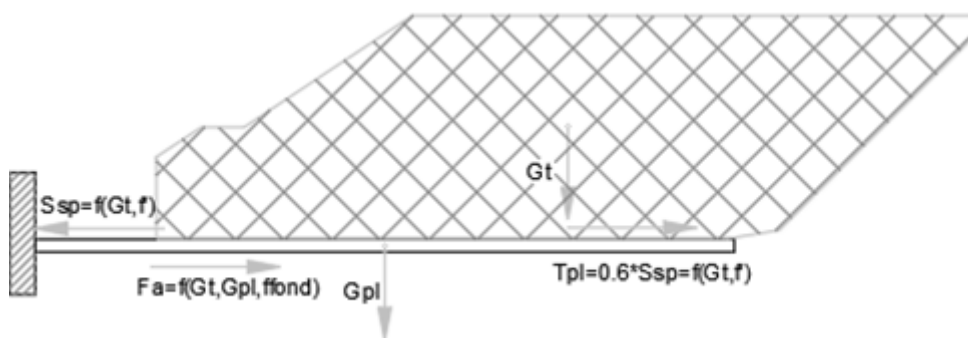


Fig. 1 – Modello calcolo – Prima fase

6.2.1.2 Fase intermedia

Nella fase successive le forze agenti sulla struttura sono variabili e determinate dal movimento del monolite sulla platea di varo e dalle relative forze di attrito.

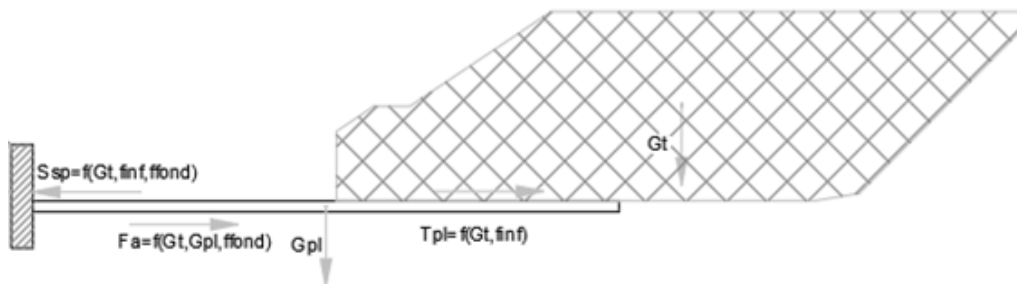


Fig. 2 – Modello calcolo – Fase intermedia

| | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------|--------------------|-------------------------|-----------|
|  ITALFERR XGRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO FV03 – FERMATA DI PONTE SAN PIETRO | | | | | |
| | RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI VARO | COMMESSA NB1R | LOTTO 02 | CODIFICA D26 CL | DOCUMENTO FV0300 004 | REV. A |

6.2.1.3 Fase finale

Nella fase finale, immediatamente prima che il monolite raggiunga la sua configurazione finale, sulla struttura agiscono le forze di attrito dovute alla spinta laterale del terreno e al peso proprio del monolite.

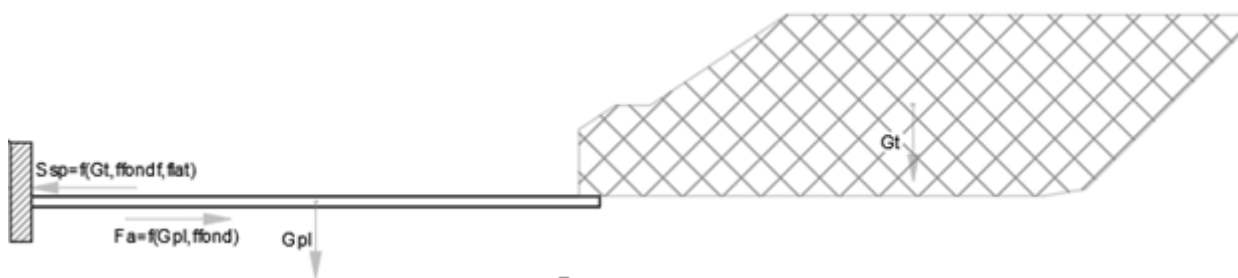
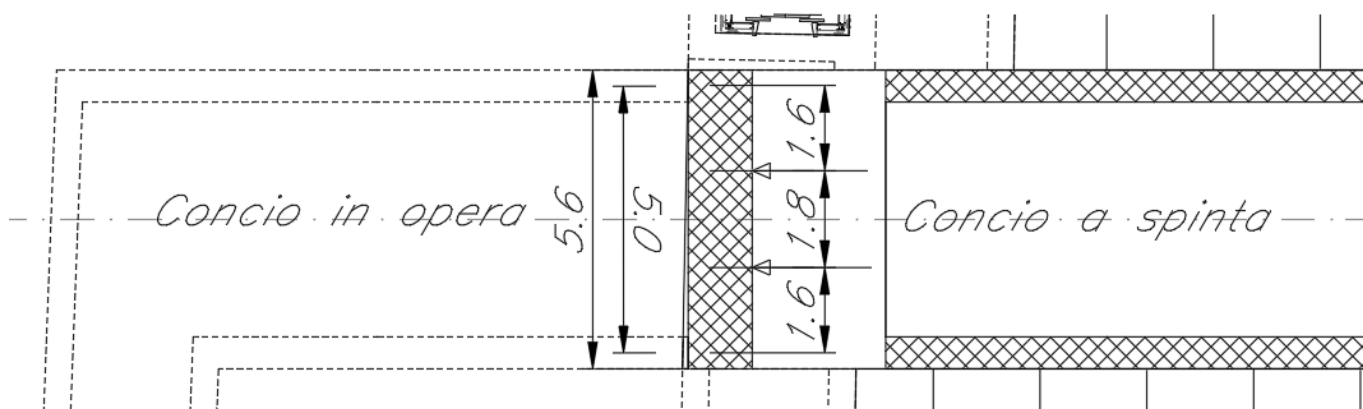


Fig. 3 – Modello calcolo – Fase finale

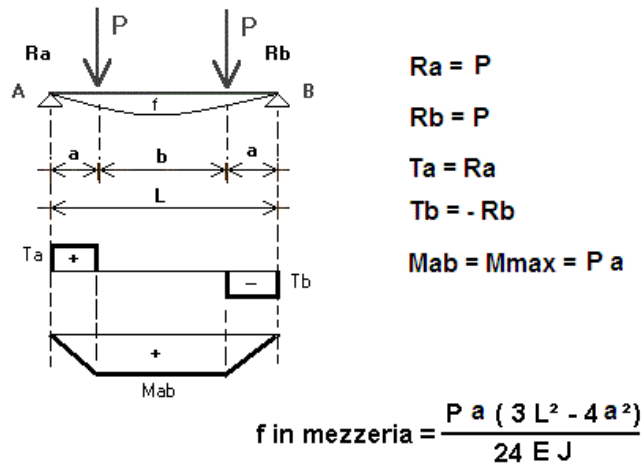
6.2.2 Verifiche strutturali del muro

Nel caso in esame, il contrasto del muro reggisplinta è esercitato dal concio di sottopasso realizzato in opera precedentemente.



Per le verifiche strutturali del muro si considera, dunque, il muro può essere assimilato ad una trave appoggiata $L=5\text{m}$ in corrispondenza dei piedritti del concio in opera realizzato in prima fase e sollecitato dalle azioni dei martinetti, per i quali si prevede un posizionamento ad 1.6 m dall'asse ideale di appoggio. Ciascun martinetto esercita un'azione pari a

$$0.6Q - R_{t,2} = (3720 - 410)/2 = 1650 \text{ kN}$$



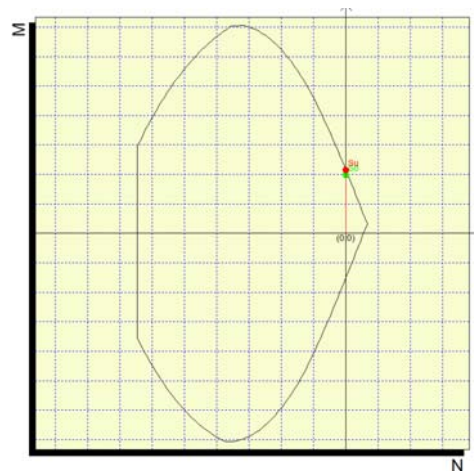
Le sollecitazioni per la verifica agli SLU sono quindi pari a:

$$M_{Ed} = 1.5 \times 1650 \times 1.6 = 3960 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 1.5 \times 1650 = 2475 \text{ kN}$$

La verifica a flessione viene eseguita mediante il software PresFLE+ attraverso il quale si calcola il dominio resistente della sezione. La sezione ha dimensioni BxH pari a 3.80 x 1.20 m. Si prevede armatura tesa costituita da 22φ24 e armatura compressa costituita da 22φ20 (passo circa 17 cm).

Si ottiene un coefficiente di sicurezza a flessione pari ad 1.08.



Per la verifica a taglio si prevede la predisposizione di spilli $\phi 12/170\text{mm}$. Si considerano 5 bracci resistenti nella zona intorno al punto di applicazione della forza dei martinetti. Si riporta il calcolo eseguito secondo NTC2018.

| SEZIONE CLS | | |
|-------------|------|------|
| h | d | b |
| [mm] | [mm] | [mm] |
| 1200 | 1140 | 3800 |

| STAFFE | | | |
|------------------------|--------|--------------------|--------------------|
| ϕ_{staffa} | Bracci | A_{ϕ} | A_{sw} |
| [mm] | [-] | [mm ²] | [mm ²] |
| 12 | 5 | 113.10 | 565.5 |


| VERIFICA A TAGLIO COMPRESSIONE: $V_{Ed} < V_{Rcd} (\cotg\theta=1)$ | | | | | | | | |
|--|------------|----------------------|----------|---------------|----------|---------------|-----------|----------|
| V_{Ed} | α_c | f'_{cd} | θ | $\cotg\theta$ | α | $\cotg\alpha$ | V_{Rcd} | VERIFICA |
| [kN] | [-] | [N/mm ²] | [°] | [-] | [°] | [-] | [kN] | |
| 2475 | 1.00 | 7.93 | 45 | 1 | 90 | 0 | 15465.2 | OK |

| CALCOLO DELL'INCLINAZIONE DELLA BIELLA DI CLS: $V_{Ed} = V_{Rcd}$ | | | | | | | |
|---|----------------------|--------------------|----------|---------------|----------|---------------|----------------------------|
| α_c | f'_{cd} | $V_{Rcd} = V_{Ed}$ | α | $\cotg\alpha$ | θ | $\cotg\theta$ | $\cotg\theta_{\text{eff}}$ |
| [-] | [N/mm ²] | [kN] | [°] | [-] | [°] | [-] | |
| 1.00 | 7.93 | 2475.0 | 90 | 0 | 4.6 | 12.4 | 2.50 |

| CALCOLO DEL PASSO DELLE STAFFE: $V_{Ed} = V_{Rsd}$ | | | | | | | |
|--|----------|---------------|--------------------|----------------------------|--------------------|------------------|------------------|
| A_{sw} | α | $\cotg\alpha$ | $\text{sen}\alpha$ | $\cotg\theta_{\text{eff}}$ | $V_{Rsd} = V_{Ed}$ | s_{min} | s_{eff} |
| [mm ²] | [°] | [-] | [-] | [-] | [kN] | [mm] | [mm] |
| 565.5 | 90 | 0 | 1 | 2.5 | 2475.0 | 229.3 | 170 |

| INCLINAZIONE REALE DELLA BIELLA (ROTTURA BILANCIATA $V_{Rcd} = V_{Rsd}$) | | | | |
|--|----------------------|------------------|--------------------|------------------------------|
| α_c | f'_{cd} | s_{eff} | $\text{sen}\alpha$ | $\cotg\theta_{\text{REALE}}$ |
| [-] | [N/mm ²] | [mm] | [-] | [-] |
| 1.00 | 7.93 | 170 | 1 | 4.71 |

| CALCOLO DEI TAGLI RESISTENTI | | | | | | |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|-----------|------------------|-----------|------|
| TAGLIO COMPRESSIONE | | | | TAGLIO TRAZIONE | | FS |
| α_c | f'_{cd} | $\cotg\theta_{\text{REALE}}$ | V_{Rcd} | s_{eff} | V_{Rsd} | |
| [-] | [N/mm ²] | [-] | [kN] | [mm] | [kN] | |
| 1.00 | 7.93 | 2.50 | 10665.7 | 170 | 3338.7 | 1.35 |

| | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------|--------------------|-------------------------|-----------|
|  ITALFERR XGRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO FV03 – FERMATA DI PONTE SAN PIETRO | | | | | |
| | RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI VARO | COMMESSA NB1R | LOTTO 02 | CODIFICA D26 CL | DOCUMENTO FV0300 004 | REV. A |

6.3 VERIFICHE DELLA PLATEA DI VARO

Le sollecitazioni di trazione della platea di varo in fase di infissione sono calcolate come differenza fra la spinta di primo distacco e la forza d'attrito.

Trattandosi di spinta controterra, nel caso di spinta di primo distacco, l'attrito da portare in conto è solo quello dovuto al peso proprio del monolite sulla platea di varo, valutato pari al 100%.

Il peso della struttura in fase di spinta risulta pari a:

$$W = 2805 \text{ KN}$$

Il peso della platea di varo è pari a:

$$P_p = 921 \text{ kN}$$

Per cui la spinta risulta:

$$\text{Spinta di primo distacco (coefficiente di attrito} = \text{tg}45^\circ = 1.0) = S_{ps} = W * \text{tg}45^\circ = 2805 \text{ KN}$$

La sollecitazione di trazione nella platea di varo in fase d'infissione allo SLU, è dunque pari a:

$$T = S_{ps} = 1.5 \times 2805 \text{ KN} = 4208 \text{ kN}$$

L'armatura necessaria è pari a (B_p = larghezza platea di varo):

$$A_s = T / f_{yd} / B_p = 4208 / 391.3 / 5.60 = 1920 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$\text{si adottano } \mathbf{1+1\phi 18/20} = 2545 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Si ha quindi:

$$\sigma_s = 4208000 / 5.60 / 2545 = 295 \text{ MPa.}$$

7 INCIDENZA DELL'ARMATURA

Dalle suddette armature scaturiscono le seguenti incidenze:

- Incidenza Cordoli micropali 110 kg/m³;
- Incidenza Paltea di varo 110 kg/m³;
- Incidenza mura reggispinta 130 kg/m³.