

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA

IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali

Relazione di calcolo opere provvisionali

SCALA:

-

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

I	F	1	W	0	0	D	2	9	C	L	I	N	0	8	0	0	0	0	1	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F.Lasaponara	12.2018	M. Arcangeli	12.2018	D.Aprea	12.2018	F. A 1. Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma Direzione Tecnica Infrastrutture Centro BoVino-Erbilizia-Ardani ITALFERR S.p.A.

File:

n. Elab.: 144_2

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
2.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
2.2	DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO	5
2.3	SOFTWARE.....	5
3.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	6
3.1	CALCESTRUZZO	6
3.2	ACCIAIO DI ARMATURA - BARRE.....	6
3.3	CARPENTERIA METALLICA.....	7
4.	DESCRIZIONE DELL'OPERA	8
5.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E MATERIALI ANTROPICI	9
6.	ANALISI DEI CARICHI STATICI DI PROGETTO.....	10
6.1	AZIONI PERMANENTI.....	10
	6.1.1 <i>Peso proprio</i>	10
	6.1.2 <i>Spinta delle terre</i>	10
	6.1.3 <i>Sovraccarico permanente</i>	13
6.2	AZIONI VARIABILI.....	13
	6.2.1 <i>Sovraccarico</i>	13
7.	VERIFICHE AGLI STATI LIMITI.....	14
8.	METODO DI ANALISI.....	17
8.1	MODELLAZIONE NUMERICA.....	17
8.2	DESCRIZIONE OPERA E MODELLO DI CALCOLO.....	21
8.3	FASI DI COSTRUZIONE	21
9.	CRITERI DI VERIFICA.....	25
9.1	VERIFICA DEI MICROPALI.....	25
	9.1.1 <i>Verifiche geotecniche</i>	25
	9.1.2 <i>Verifiche strutturali</i>	26
10.	RISULTATI	27
11.	VERIFICHE	30
11.1	VERIFICA DEI MICROPALI.....	30
	11.1.1 <i>Verifiche geotecniche</i>	30
	11.1.2 <i>Verifiche strutturali</i>	30

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riportano i calcoli per il dimensionamento della paratia provvisoria da realizzarsi per consentire la costruzione del tombino IN08, nell'ambito degli interventi di linea della Tratta Bovino - Orsara.

Per quanto riguarda il dimensionamento strutturale del tombino, si rimanda alla relazione di calcolo IF1W00D29CLIN02A0001A. Le dimensioni del tombino oggetto della suddetta relazione (IN02A) sono 3.00x2.00 e ricoprimento 3.75m; gli spessori strutturali sono i medesimi del tombino in esame, quindi la relazione indicata è rappresentativa anche del caso in oggetto.

L'opera di sostegno provvisoria si posizionerà come illustrato in Figura 1 ed avrà le caratteristiche rappresentate in figura 1.

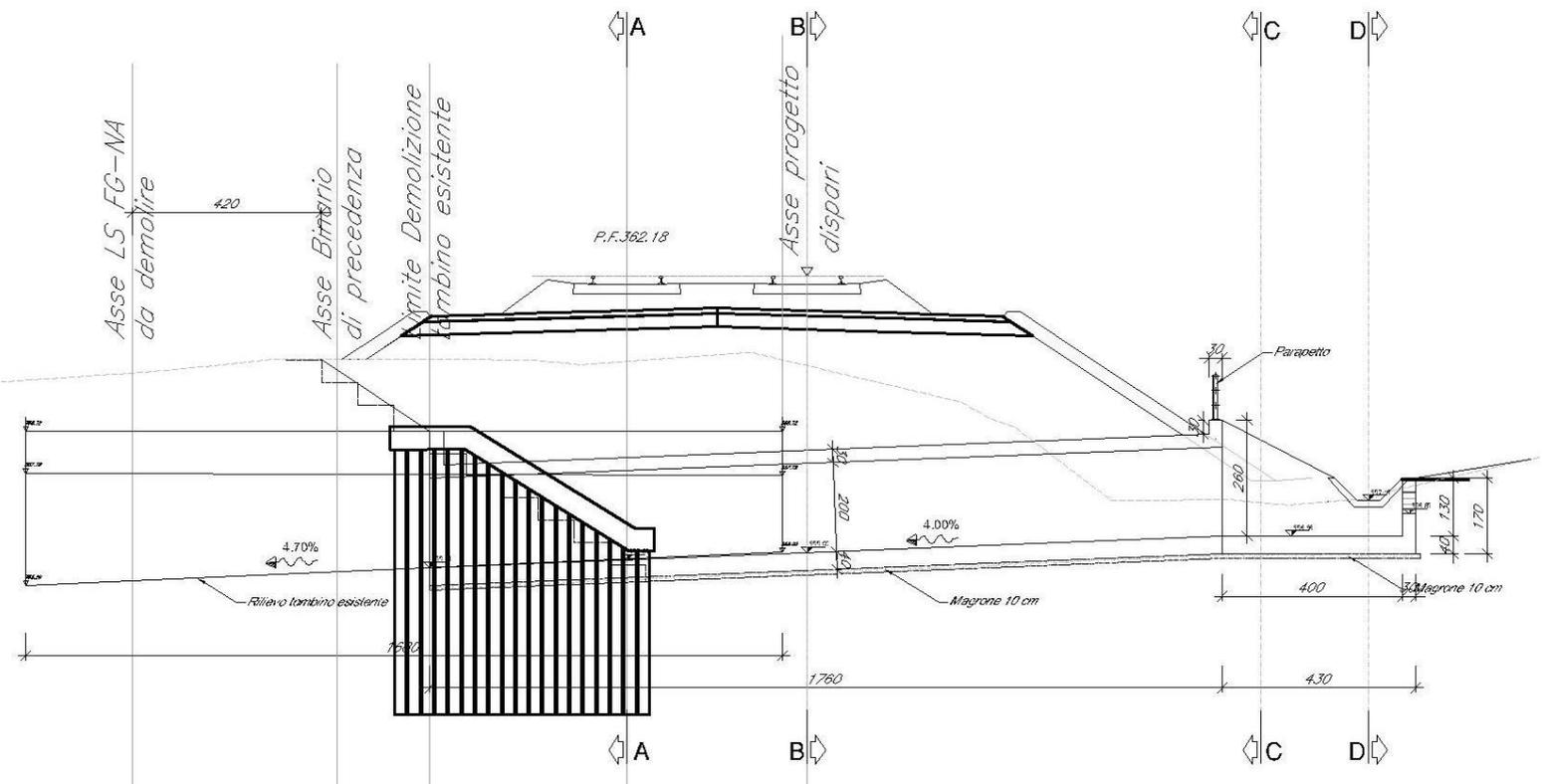


Figura 1 – Paratia provvisoria:

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
	IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0800 001	REV. A

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2.1 Normative di riferimento

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- [1] Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, Supplemento Ordinario alla G.U. n.42 del 20.2.2018;
- [2] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario;
- [3] Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie;
- [4] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria;
- [5] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari;
- [6] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 004 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo;
- [7] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia;
- [8] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea.
- [9] RFI DTC SI CS MA IFS 001 B “Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 3 Corpo Stradale”.
- [10] RFI DTC SI CS MA IFS 001 A – Manuale di progettazione delle opere civili – parte II Sezione 3 – Corpo Stradale
- [11] A.I.C.A.P. – “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce – Raccomandazioni “, maggio 1993

	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI</p> <p>RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali Relazione di calcolo opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1W</td> <td>00 D 29</td> <td>CL</td> <td>IN0800 001</td> <td>A</td> <td>5 di 327</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1W	00 D 29	CL	IN0800 001	A	5 di 327
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1W	00 D 29	CL	IN0800 001	A	5 di 327								

2.2 Documentazione di progetto

[12] Relazione geotecnica generale – Progetto Definitivo Doc.

[13] TOMBINO IN08 - Pianta fondazioni, pianta impalcato, prospetto e sezione longitudinale IF1W00D29BBIN080A001A

2.3 Software

[14] ParatiePlus 18.1.0 – Ceas Srl (www.ceas.it)

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 Calcestruzzo

Elemento strutturale: cordoli di collegamento

Peso specifico, γ_c	25,00 kN/mc
Classe di resistenza	C25/30
Resistenza cubica caratteristica, R_{ck}	30 N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica, f_{ck}	25 N/mm ²
Resistenza cilindrica media, f_{cm}	33 N/mm ²
Resistenza a trazione media, f_{ctm}	2.55 N/mm ²
Resistenza a trazione per flessione media, f_{ctm}	3.06 N/mm ²
Resistenza a trazione per flessione caratteristica, f_{ctk}	2.14 N/mm ²
Modulo elastico, E_{cm}	31447 N/mm ²

3.2 Acciaio di Armatura - Barre

Tipo acciaio	B 450 C
Peso specifico, γ_a	78,50 kN/mc
Tensione nominale di snervamento, $f_{y\ nom}$	450 N/mm ²
Tensione nominale di rottura, $f_{t\ nom}$	540 N/mm ²
Minima tensione caratteristica di snervamento, $f_{yk\ min}$	450 N/mm ²
Minima tensione caratteristica di rottura, $f_{tk\ min}$	540 N/mm ²
Minimo rapporto tra i valori caratteristici, $(f_t/f_y)_{k\ min}$	1,15
Massimo rapporto tra i valori caratteristici, $(f_t/f_y)_{k\ max}$	1,35

Massimo rapporto tra i valori nominali, ($f_y/f_y \text{ nom}$)k 1,25

Allungamento caratteristico sotto carico massimo, (Agt)k 7,5 %

Modulo di elasticità dell'acciaio, E 206000 N/mmq

3.3 Carpenteria metallica

Acciaio in profili a sezione aperta laminati a caldo saldati

Tipo EN 10025-2 S355 J2+N – per spessori nominali $t \leq 40$ mm

Tipo EN 10025-2 S355 K2+N – per spessori nominali $t > 40$ mm

Acciaio in profili a sezione aperta laminati a caldo non saldati

Tipo EN 10025-2 S355 J0+N

Acciaio in profili a sezione cava

Tipo EN 10210-1 S355 J0H+N

modulo elastico $E_s = 210000$ MPa

resistenza caratteristica a rottura $f_{tk} \geq 510$ MPa

resistenza caratteristica a snervamento $f_{yk} \geq 355$ MPa

resistenza di calcolo acciaio $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{M0} = 338.1$ MPa

con $\gamma_{M0} = 1.05$

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
	IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0800 001	REV. A

4. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La paratia provvisoria illustrata in Figura 1 avrà la funzione di consentire la realizzazione dell'attraversamento idraulico IN08, mantenendo in esercizio la linea ferroviaria. Ciò sarà possibile procedendo alla costruzione, secondo le fasi costruttive riassunte di seguito:

STAGE I

FASE 1) SCAVO PRELIMINARE – verrà realizzato uno sbancamento del rilevato esistente, sotto l'impronta del binario di precedenza. Il binario di corsa rimane in esercizio e, per evitare interferenza con tale binario, lo scavo sarà realizzato con pendenza 3/2, analogamente al rilevato ferroviario standard;

FASE 2) COSTRUZIONE doppia fila di BERLINESI;

FASE 3) SCAVO FINO ALLA QUOTA MASSIMA tra le due paratie;

FASE 4) COSTRUZIONE DEL TOMBINO: realizzazione tombino sotto la sede del futuro doppio binario;

FASE 5) TRAFFICO FERROVIARIO SUI NUOVI BINARI;

STAGE II

FASE 6) DIMISSIONE BINARIO ESISTENTE

Per maggiori dettagli sulle fasi costruttive si faccia riferimento all'elaborato di progetto dedicato.

L'opera sarà costituita da berlinesi a sbalzo composte da una fila di micropali con interasse pari a 0.3 m e realizzati con perforazioni del diametro di 250 mm fino alla profondità di 10 m ed iniezioni a gravità. Saranno armati con tubolari aventi diametro pari a 139.7 mm e spessore di 12 mm. Nei seguenti capitoli si descrivono in dettaglio il calcolo e la verifica dell'opera in oggetto.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
	IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0800 001	REV. A

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E MATERIALI ANTROPICI

Il modello geotecnico è stato definito sulla base di quanto riportato nella Relazione Geotecnica Generale (Doc. rif. [12]). In base ai dati a disposizione, sono stati scelti dei valori cautelativi per i parametri di calcolo.

In particolare, per l'opera in esame si è fatto riferimento al modello geotecnico riportato qui di seguito.

Tabella 1 - Modello geotecnico di riferimento

Unità litologiche	Profondità		γ	ϕ'	c'	Eop
	m p.c.		KN/m ³	°	KPa	MPa
Terre da rilevato ferroviario	0	3.6	16	35	-	20
ALLg-3 - ghiaie	3.6	-	18	36	-	40

Dalle misure freaticometriche effettuate, la quota di falda risulta essere a circa 5m da p.c.

Per quanto riguarda il materiale costituente il corpo del rilevato si è fatto riferimento alle prescrizioni date nel Manuale di Progettazione di RFI (Doc. rif. [10]) ed è stato assunto un peso di volume pari a 20 kN/m³, un angolo di attrito di 35° (a favore di sicurezza, considerando che il rilevato esistente è in situ da diversi anni) ed una coesione efficace nulla.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
	IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0800 001	REV. A

6. ANALISI DEI CARICHI STATICI DI PROGETTO

6.1 Azioni permanenti

6.1.1 Peso proprio

Per la tipologia di modello di calcolo adottato l'effetto del peso proprio della berlinese non entra in gioco nelle valutazioni dello stato di sforzo agente.

6.1.2 Spinta delle terre

I parametri che identificano il tipo di legge costitutiva possono essere distinti in due sottoclassi: parametri di spinta e parametri di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta sono il coefficiente di spinta a riposo K_0 , il coefficiente di spinta attiva K_A e il coefficiente di spinta passiva K_P .

Il coefficiente di spinta a riposo fornisce lo stato tensionale presente in sito prima delle operazioni di scavo. Esso lega la tensione orizzontale efficace σ'_h a quella verticale σ'_v attraverso la relazione:

$$\sigma'_h = K_0 \sigma'_v$$

K_0 dipende dalla resistenza del terreno, attraverso il suo angolo di attrito efficace ϕ' e dalla sua storia geologica. Si può assumere che:

$$K_0 = K_{0NC}(\text{OCR})^m$$

dove

$$K_{0NC} = 1 - \sin \phi'$$

è il coefficiente di spinta a riposo per un terreno normalconsolidato ($\text{OCR}=1$). OCR è il grado di sovraconsolidazione e m è un parametro empirico, di solito compreso tra 0.4 e 0.7. Ladd et al. (1977), Jamiolkowski et al. (1979) forniscono valori di m per argille italiane.

Il coefficiente di spinta attiva e passiva sono dati secondo Rankine per una parete liscia, da:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
	IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0800 001	REV. A

$$K_A = \tan^2(45^\circ - \phi'/2)$$

$$K_P = \tan^2(45^\circ + \phi'/2)$$

Attraverso valori opportuni di K_A e K_P si tiene conto dell'angolo di attrito δ tra paratia e terreno e della pendenza del terreno a monte ed entro la luce di scavo; si possono usare a questo scopo i valori desunti da NAVFAC (1986) o quelle elaborate da Caquot e Kerisel (1948).

Il valore limite della tensione orizzontale sarà dato da:

$$\sigma'h = K_A \sigma'v - 2c'K_A^{0.5}$$

$$\sigma'h = K_P \sigma'v + 2c'K_P^{0.5}$$

a seconda che il collasso avvenga in spinta attiva o passiva rispettivamente. c' e la coesione drenata del terreno.

I parametri di deformabilità del terreno compaiono nella definizione della rigidità delle molle. Per un letto di molle distribuite la rigidità di ciascuna di esse, k , è data da

$$k = E / L$$

ove E è un modulo di rigidità del terreno mentre L è una grandezza geometrica caratteristica. Poiché nel programma PARATIE le molle sono posizionate a distanze finite Δ , la rigidità di ogni molla è:

$$K = E \Delta / L$$

Il valore di Δ è fornito dalla schematizzazione ad elementi finiti. Il valore di L è fissato automaticamente dal programma. Esso rappresenta una grandezza caratteristica che è diversa a valle e a monte della paratia perché diversa è la zona di terreno coinvolta dal movimento in zona attiva e passiva. Si è scelto, in zona attiva (uphill):

$$L_A = 2/3 l_A \tan(45^\circ - \phi'/2)$$

e in zona passiva (downhill):

$$L_P = 2/3 l_P \tan(45^\circ - \phi'/2)$$

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
	IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0800 001	REV. A

dove e sono rispettivamente:

$$l_A = \min[l; 2H]$$

$$l_P = \min[l-H; H]$$

e dove l = altezza totale della paratia e H = altezza corrente dello scavo. La logica di questa scelta è illustrata nella pubblicazione di Becci e Nova (1987).

Si assume in ogni caso un valore di H non minore di 1/10 dell'altezza totale della parete.

Il parametro E dipende dalla storia tensionale del sito nonché dall'incremento locale dello stato tensionale come illustrato in Becci e Nova (1987).

Il modulo E può essere considerato dipendente dalla pressione media $p = (\sigma'_v + \sigma'_h)/2$ secondo la legge

$$E = R(p/p_a)^n$$

in cui p_a è la pressione atmosferica mentre R e n sono quantità determinabili sperimentalmente. E' ovvio che ponendo $n=0$ si può considerare il caso di modulo costante, mentre se n è posto pari a 1, si ha il caso, tipico delle argille normalconsolidate, in cui il modulo varia linearmente con la profondità. Nelle nostre analisi si è posto $n=0$.

Il valore R è in genere diverso in condizioni di carico vergine o di scarico-ricarico. Valori indicativi di R e n sono dati da Janbu (1963). La variabilità di questi parametri è grandissima. Per una sabbia n può variare tra 0.2 e 1.0 e R tra 8 e 200 MPa. Per un'argilla normalmente consolidata $n \sim 1$. I valori di R per argille italiane possono essere dedotti da Jamiolkowski et al. (1979).

Si noti inoltre che, poiché lo stato tensionale iniziale vergine non è isotropo, la rigidezza del terreno in condizioni di carico vergine è minore di quella che si può misurare in prove triassiali drenate isotropicamente consolidate.

Nel caso in cui $n=0$, il valore del modulo R in condizioni di carico vergine può essere considerato identico al valore del modulo elastico inteso tradizionalmente. Per una correlazione con i risultati delle più comuni prove in sito si veda ad esempio Bowles (1988).

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
	IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0800 001	REV. A

Il modulo di scarico-ricarico è da 3 a 10 volte maggiore nel caso di argille, mentre e in genere da 1.5 a 3 volte più grande nel caso di sabbie. Nel caso specifico si è comunque scelto di mantenerlo uguale a quello di carico vergine.

6.1.2.1 Profondità massima di scavo

Nel caso in cui la funzione di sostegno è affidata alla resistenza del volume di terreno a valle dell'opera, il modello geometrico di riferimento deve tenere conto delle possibili variazioni del profilo del terreno a monte e a valle del paramento rispetto ai valori nominali. In particolare, secondo le indicazioni delle NTC, la quota di valle deve essere diminuita di una quantità pari al minore dei seguenti valori:

- 10% dell'altezza di terreno da sostenere nel caso di opere a sbalzo;
- 10 % della differenza di quota fra il livello inferiore di vincolo e il fondo scavo nel caso di opere vincolate;
- 0,5 m.

Nel caso in esame, abbiamo un'altezza di scavo variabile, con un massimo di 3.60 m ed un minimo di 2.00m. considerando una altezza pari a 2/3 di quella massima, maggiorata per le indicazioni delle NTC qui sopra riportate, il calcolo è stato eseguito per una altezza pari a 3.20m.

6.1.3 Sovraccarico permanente

A monte della struttura di sostegno non viene considerato nessun sovraccarico permanente

6.2 Azioni variabili

6.2.1 Sovraccarico

In fase di scavo provvisorio e in fase di esercizio, si adotta un sovraccarico pari a 5 kPa; i mezzi di cantiere non sono presenti a tergo paratia; tale sovraccarico è stato adottato a favore di sicurezza.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
	IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0800 001	REV. A

7. VERIFICHE AGLI STATI LIMITI

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC-2018 al par.2.5.3:

Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots;$$

Combinazione caratteristica rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d'esercizio:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione caratteristica frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti a lungo termine, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione sismica, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_F , γ_M e γ_R (relativi alle resistenze dei pali soggetti a carichi assiali), nonché i coefficienti di combinazione ψ delle azioni sono dati dalle tabelle NTC2018 5.2.V, 5.2.VI, 6.2.II e 6.4.II che vengono riportate nel seguito.

L'analisi mira a garantire la sicurezza e le prestazioni attese attraverso il conseguimento dei seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio (SLE);

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
	IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0800 001	REV. A

- sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU).

Le verifiche di sicurezza agli SLU sono da effettuarsi applicando il primo approccio progettuale (Approccio 1) che prevede le due seguenti combinazioni di coefficienti:

- Combinazione 1: A1+M1+R1 (STR);
- Combinazione 2: A2+M2+R1 (GEO);

Considerando i coefficienti parziali riportati nelle seguenti tabelle ed R1 pari ad 1.

In particolare sono stati verificati i seguenti stati limiti ultimi:

- collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera;
- raggiungimento della resistenza strutturale della paratia;
- raggiungimento della resistenza massima allo sfilamento dei tiranti;
- instabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno.

Per quest'ultimo meccanismo, la verifica deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 dell'Approccio 1 definita come segue, assumendo R2 pari a 1.1 in condizioni statiche ed a 1.2 in condizioni sismiche:

- Combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO).

Nelle condizioni di esercizio gli spostamenti dell'opera sono stati valutati per verificarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera e con la sicurezza delle opere adiacenti.

Tabella 2 - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ced}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

Tabella 3 - Coefficienti di combinazione delle azioni

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
	g_{F1}	0,80 ⁽¹⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
Gruppi di	g_{F2}	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
carico	g_{F3}	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	g_{F4}	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 4 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
	IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0800 001	REV. A

8. METODO DI ANALISI

8.1 Modellazione numerica

Il calcolo agli elementi finiti delle paratie è stato effettuato utilizzando il codice PARATIE (versione 18.1.0) prodotto dalla “CeAs” – Milano – ITA. Gli effetti nelle opere di sostegno flessibile delle spinte del terreno e delle azioni concentrate offerte dalla eventuale tirantatura sono stati esaminati con l’ausilio del programma di calcolo per l’analisi di strutture di sostegno flessibili PARATIE.

PARATIE analizza il comportamento meccanico di una struttura di sostegno flessibile di uno scavo in terreno o roccia, ponendo l’accento sull’aspetto dell’interazione “locale” fra parete e terreno.

Lo studio di una parete flessibile è condotto attraverso una simulazione numerica del reale: il programma stabilisce e risolve un sistema di equazioni algebriche la cui soluzione permette di riprodurre abbastanza realisticamente l’effettivo comportamento dell’opera di sostegno.

La simulazione numerica utilizzata segue due differenti percorsi:

Analisi classica = viene eseguita una analisi all’equilibrio limite della singola o doppia paratia. Il calcolo delle sollecitazioni avviene per mezzo delle teorie classiche. Il calcolo degli spostamenti avviene tramite un’analisi elastica semplificata considerando lo schema di carico e di vincoli imposti dall’Utente.

Analisi non lineare secondo un modello “a molle” elasto plastiche” per la parte terreno. La schematizzazione in elementi finiti avviene in questo modo:

- Si analizza un problema piano (nel piano Y-Z): i gradi di libertà nodali attivi sono lo spostamento laterale e la rotazione fuori piano: gli spostamenti verticali sono automaticamente vincolati (di conseguenza le azioni assiali nelle pareti verticali non sono calcolate);
- La parete flessibile di sostegno vera e propria è schematizzata da una serie di elementi finiti BEAM verticali;

- Il terreno, che spinge contro la parete (da monte e da valle) e che reagisce in modo complesso alle deformazioni della parete, è simulato attraverso un doppio letto di molle elasto-plastiche connesse agli stessi nodi della parete;
- Si adotta un valore dell'angolo di attrito terreno paratia, (δ), pari a $0.5 \phi'$. In sismica tale valore è nullo;
- i tiranti, i puntoni, le solette, gli appoggi cedevoli o fissi, sono schematizzati tramite molle puntuali convergenti in alcuni punti (nodi) della parete ove convergono parimenti elementi BEAM ed elementi terreno.

Lo scopo di PARATIE è lo studio di un problema definito; in altre parole, il programma analizza la risposta, durante le varie fasi realizzative, di una parete caratterizzata in tutte le sue componenti (altezza, infissione e spessore della parete, entità dei tiranti, ecc.). Il problema è ricondotto a uno schema piano in cui viene analizzata una "fetta" di parete di larghezza unitaria, come mostrato nella Figura seguente.

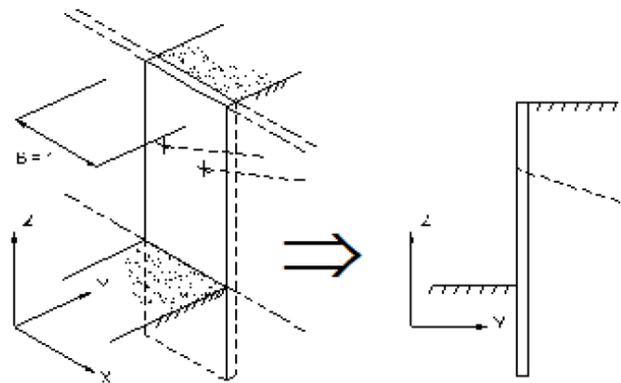


Figura 2 – Schema di modellazione piana effettuata per mezzo del software PARATIE

La modellazione numerica dell'interazione terreno-struttura è del tipo "trave su suolo elastico". Le pareti di sostegno vengono rappresentate con elementi finiti trave il cui comportamento è definito dalla rigidità flessionale EJ , mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie; ad ogni nodo convergono uno o al massimo due elementi terreno:

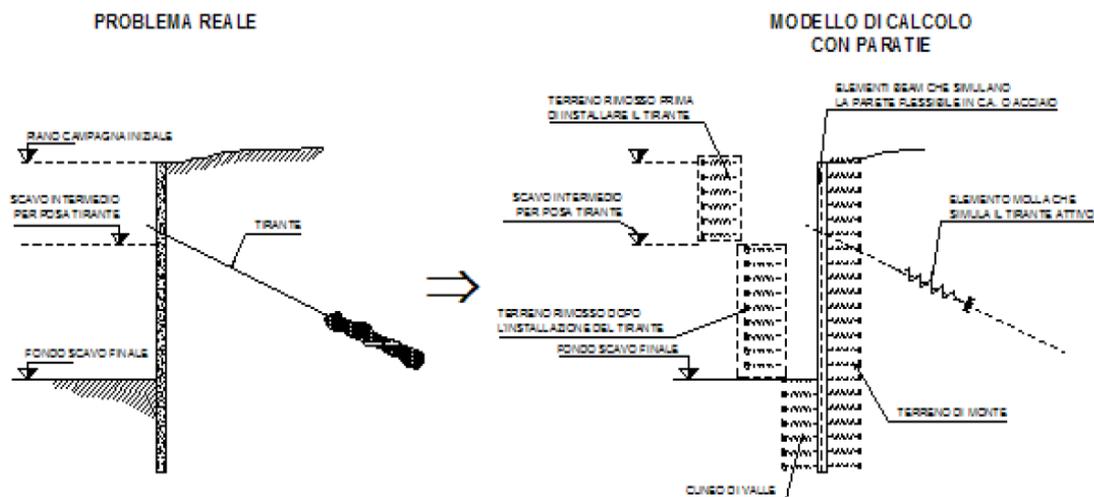


Figura 3 – Trave su suolo elastico: modellazione numerica della paratia e dei vincoli

Il limite di questo schema sta nell'ammettere che ogni porzione di terreno, schematizzata da una "molla", abbia comportamento del tutto indipendente dalle porzioni adiacenti; l'interazione fra le varie regioni di terreno è affidata alla rigidità flessionale della parete.

PARATIE calcola internamente e aggiorna costantemente tale parametro, sulla base del modulo elastico (Young) e la geometria del muro. In altre parole, ad ogni passo, la rigidità K della "molla" viene calcolata dalla seguente equazione:

$$k = a \cdot \frac{E_s \cdot t}{L}$$

dove

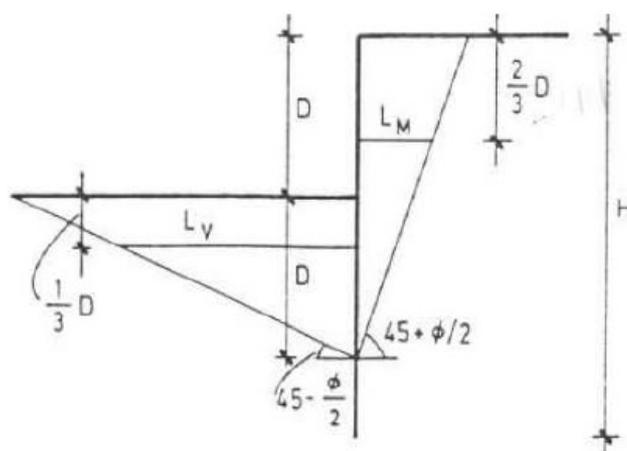
a è un fattore di scala posto pari a 1;

E_s è il modulo di Young del terreno;

t è l'interasse della molla;

L è un parametro geometrico che tiene conto della geometria del muro (v. capitolo 6.1.2).

Nella figura seguente viene riportato in via grafica il criterio per la definizione di L a monte ed a valle (L_M e L_V).



La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie, eventualmente tirantate, viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un certo insieme di tiranti applicati, da una ben precisa disposizione di carichi applicati.

Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elastoplastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson (Bathe, 1996).

L'analisi ha lo scopo di indagare la risposta strutturale in termini di deformazioni laterali subite dalla parete durante le varie fasi di scavo e di conseguenza la variazione delle pressioni orizzontali nel terreno. Per far questo, in corrispondenza di ogni nodo è necessario definire due soli gradi di libertà, cioè lo spostamento orizzontale e la rotazione attorno all'asse X ortogonale al piano della struttura (positiva se antioraria).

Ne consegue che con questo strumento non possono essere valutati:

- cedimenti o innalzamenti verticali del terreno in vicinanza dello scavo;

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
	IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0800 001	REV. A

- condizioni di stabilità generale del complesso parete+terreno+tiranti.

In questa impostazione particolare, inoltre, gli sforzi verticali nel terreno non sono per ipotesi influenzati dal comportamento deformativo orizzontale, ma sono una variabile del tutto indipendente, legata ad un calcolo basato sulle classiche ipotesi di distribuzione geostatica.

8.2 Descrizione opera e modello di calcolo

Come descritto nel capitolo 4, la paratia avrà la profondità massima di scavo ed i carichi agenti lato binario ferroviario esistente (v. Fase 2, cap. 4). Inoltre, come illustrato negli elaborati grafici di progetto (Doc. rif. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e [12]), la profondità massima di scavo della paratia è pari a 3,20m da piano campagna.

Il modello di calcolo è costituito da una berlinese di micropali puntonati. I micropali hanno interasse pari a 0.3 m e sono realizzati con perforazioni del diametro di 250 mm fino alla profondità di 10 m. Essi sono collegati in testa mediante un cordolo in c.a. di dimensioni 0.50x0.50 m.

8.3 Fasi di costruzione

Il calcolo numerico è effettuato per fasi, al fine di consentire la valutazione delle azioni sull'opera provvisoria nelle differenti stadi di costruzione e di consentire la convergenza della soluzione. Nel seguito si riassumono le fasi di calcolo considerate nell'analisi.

FASE 1 - INIZIALIZZAZIONE

Paratia: -

Ancoraggio: -

Quota terreno lato esterno: +0.00 m

Quota terreno lato interno: +0.00 m

Sovraccarico: -

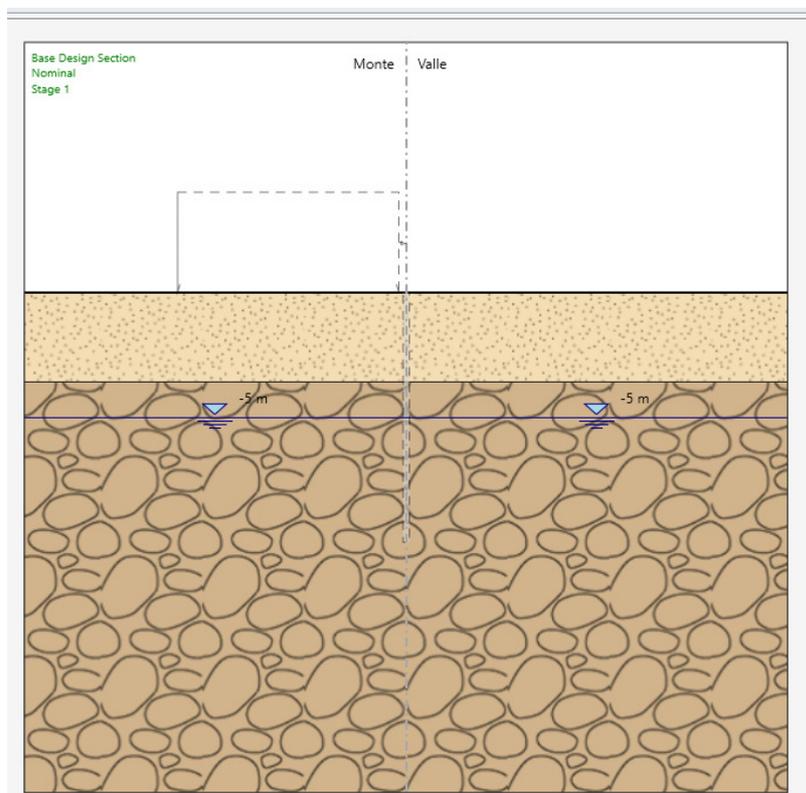


Figura 4 – Stage 1: stato di fatto

FASE 2 – COSTRUZIONE DELLA PARTAIA DI MICROPALI

Paratia: micropali

Ancoraggio: -

Quota terreno lato esterno: +0.0 m

Quota terreno lato interno: +0.0 m

Sovraccarico -.

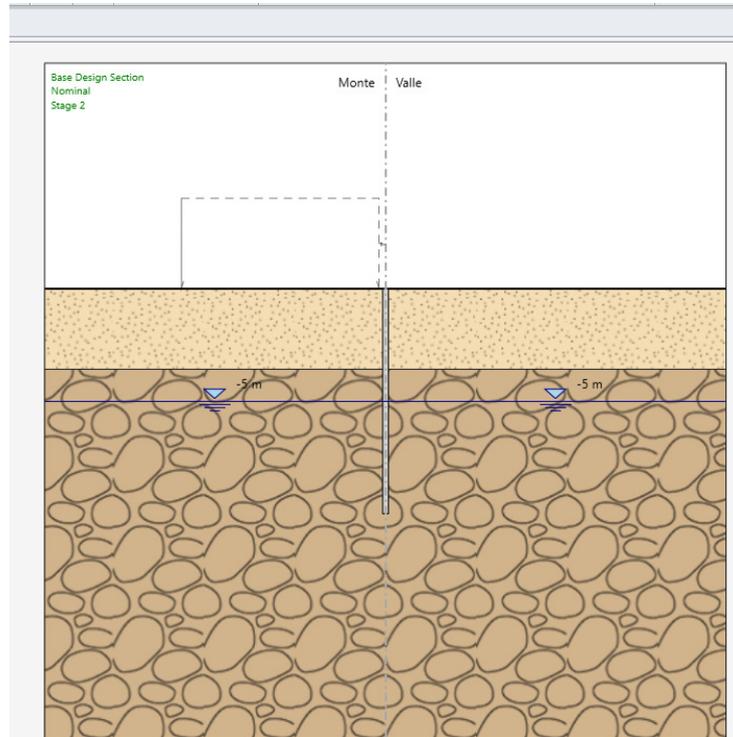


Figura 5 – Stage 2: preparazione cantiere e relaiizzazione della paratia di micropali

FASE 3 – SCAVO -1.00m

Paratia: micropali

Ancoraggio: -

Quota terreno lato esterno: -3.30 m

Quota terreno lato interno: +0.00 m

Sovraccarico = variabile 5 kPa (-).

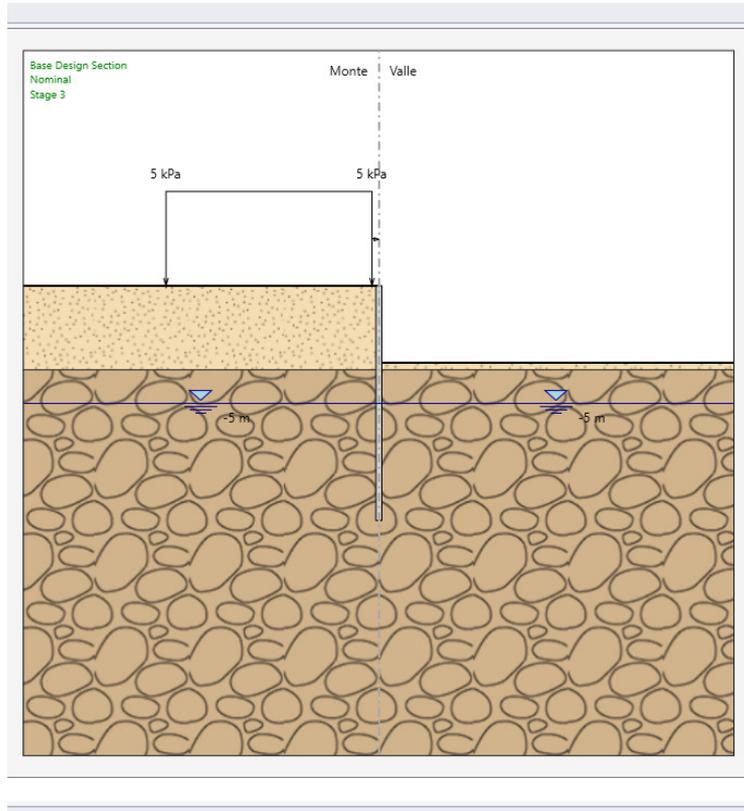


Figura 6 – Stage 3: scavo fino a -1.0m di profondità.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
	IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0800 001	REV. A

9. CRITERI DI VERIFICA

Coerentemente con quanto descritto nel capitolo 7, le verifiche agli Stati Limite Ultimo della paratia sono condotte con riferimento a tutti i meccanismi di rottura e instabilità che possono verificarsi e previsti da normativa tecnica. Le verifiche di esercizio sono, invece, finalizzate alla valutazione degli spostamenti e della loro compatibilità con la funzionalità delle strutture adiacenti, compresa la sede ferroviaria.

Le verifiche vengono condotte secondo quanto dichiarato nell'istruttoria RFI DTC INC PO SP IFS 001 A § 1.8.3.

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite. I coefficienti di sicurezza adottati sono i seguenti:

- coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo: 1.50;
- coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio in barre: 1.15;

Il paragrafo in oggetto illustra nel dettaglio i criteri generali adottati per le verifiche strutturali e geotecniche condotte nel progetto. Ulteriori dettagli di carattere specifico, laddove impiegati, sono dichiarati e motivati nelle relative risultanze delle verifiche.

9.1 Verifica dei micropali

9.1.1 Verifiche geotecniche

9.1.1.1 Verifica della massima spinta passiva mobilitata

La lunghezza di ammorsamento della paratia di micropali deve essere tale da garantire la stabilità dell'opera in tutte le fasi di realizzazione. La stabilità è verificata per mezzo del programma di calcolo Paratie, verificando la convergenza della soluzione calcolata e, dunque, l'equilibrio nella direzione orizzontale ed alla rotazione. Nell'ambito delle analisi si verificherà quindi che la spinta passiva mobilitata sia sempre inferiore alla spinta passiva ultima di progetto, nella Combinazione 2 dell'Approccio 1, garantendo un adeguato margine di sicurezza.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA PROGETTO DEFINITIVO					
IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA IF1W	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0800 001	REV. A	FOGLIO 26 di 327

9.1.1.2 Verifica degli spostamenti

Il calcolo degli spostamenti della berlinese è effettuato con PARATIE e secondo quanto previsto dalle NTC. Al fine di mantenere in esercizio la linea ferroviaria adiacente ed evitare elevati detensionamenti del materiale a tergo della paratia, lo spostamento in testa di quest'ultima dev'essere mantenuto al di sotto del valore massimo ammissibile di 5mm. Orientativamente, lungo la paratia il valore limite degli spostamenti sarà pari ed accettabile 1/200 dell'altezza di scavo, per quanto riguarda il limite di spostamento agli SLE.

9.1.1.3 Altre verifiche

In considerazione della stratigrafia, delle condizioni di falda e della geometria di scavo, per l'opera in oggetto si ritiene che non possano innescarsi meccanismi di instabilità globale o relativi al sollevamento, al sifonamento o ad altri stati limite di tipo idraulico.

9.1.2 Verifiche strutturali

9.1.2.1 Verifica dei tubi di armatura dei micropali

La verifica dei tubi di armatura dei micropali, sia verticali che inclinati, viene eseguita secondo il criterio valido per sezioni tubolari compatte (classe 1 o 2) con il metodo plastico descritto nelle NTC. Le verifiche a flessione ed a taglio saranno effettuate con Paratie, in termini di coefficiente di sfruttamento.

10. RISULTATI

Nel presente capitolo si riassumono i risultati del calcolo effettuato sull'opera descritta nel capitolo 8.

INVILUPPO MOMENTO FLETTENTE E TAGLIO

Nella figura che segue si illustra il momento flettente massimo e il taglio, calcolati per le combinazioni agli Stati Limite Ultimo.

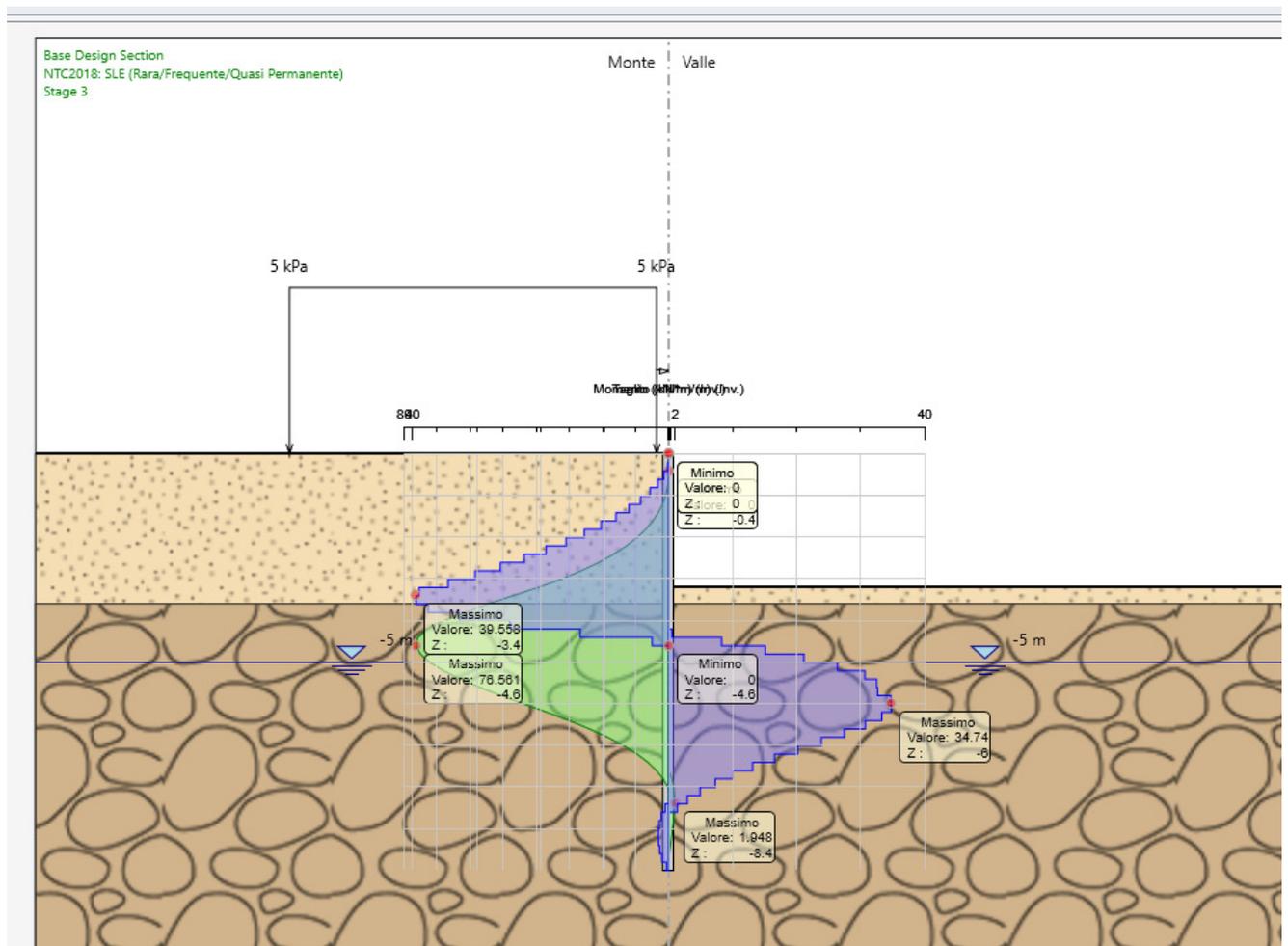


Figura 7 – Momento flettente massimo e taglio agli SLU ($M_{max}=76.56 \text{ kNm/m}$;
 $T_{max}=39.55 \text{ kN/m}$)

SPOSTAMENTO MASSIMO PARATIA

Nelle figure che seguono si illustrano gli spostamenti massimi calcolati negli Stati Limite di Esercizio.

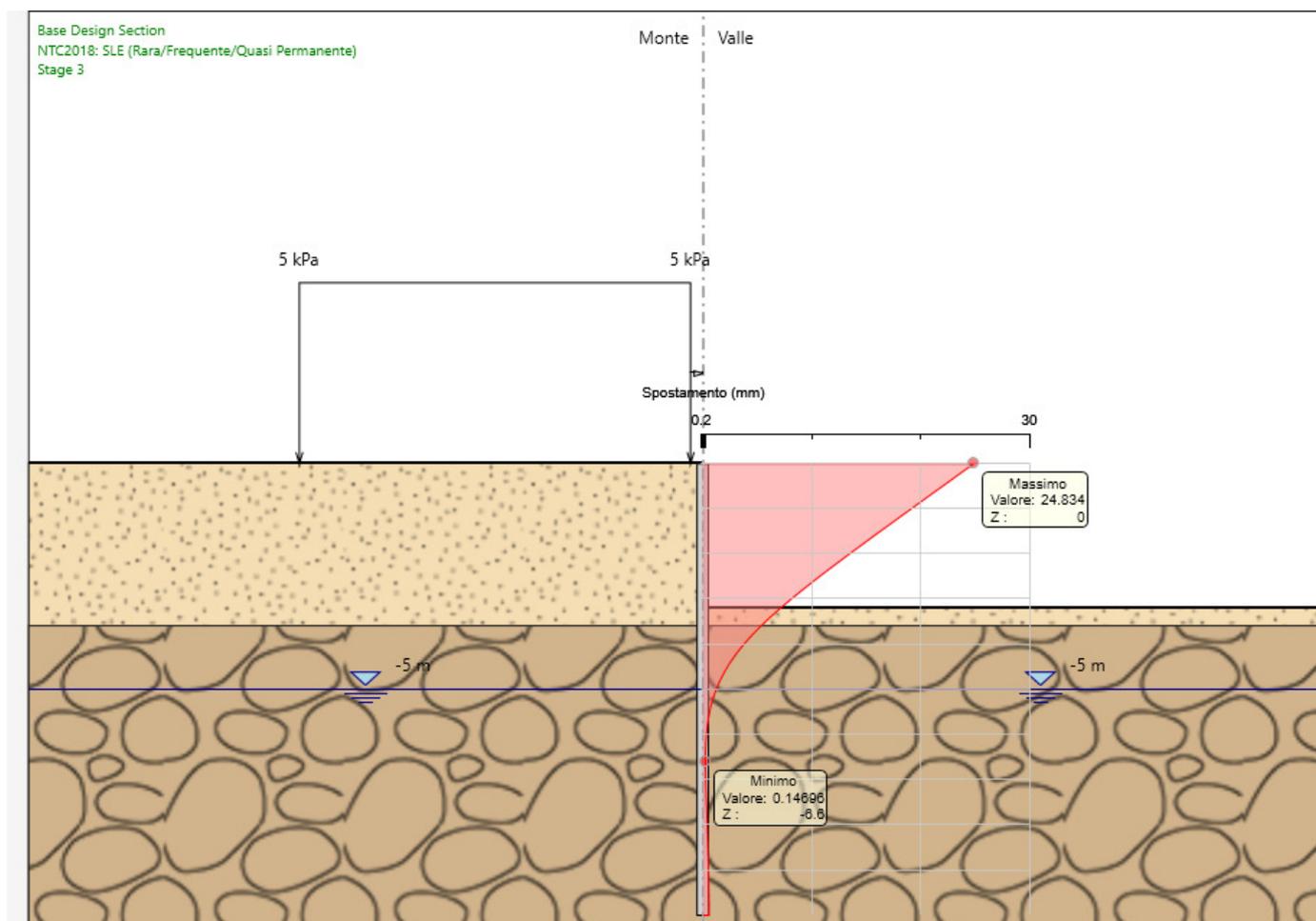


Figura 8 – Spostamento massimo SLE – Spostamento massimo in testa pari a 2.4mm

SPINTA PASSIVA MOBILITATA

Tabella 5 - Inviluppo spinta reale efficace / Spinta passiva (Approccio 1 Combinazione 2)

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva
				%
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 1	Left Wall	LEFT	11.63
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 3	Left Wall	RIGHT	24.72

11. VERIFICHE

11.1 Verifica dei micropali

11.1.1 Verifiche geotecniche

Sulla base dei risultati presentati nel precedente capitolo, la percentuale di spinta passiva massima mobilitata nella Combinazione 2 è tale da garantire la stabilità dell'opera alla rototraslazione.

Inoltre, gli spostamenti calcolati e rappresentati in Figura 8 sono in grado di garantire i requisiti prestazionali dell'opera e, quindi, soddisfare le verifiche agli SLE. In particolare, lo spostamento in testa risulta inferiore a 2.5 mm e ad 1/100 dell'altezza massima di scavo

11.1.2 Verifiche strutturali

Le seguenti figure illustrano il massimo livello di sfruttamento della struttura al momento ed al taglio, sempre ampiamente inferiore al 100%. Le verifiche strutturali agli SLU sono, pertanto, soddisfatte.

Caratteristiche paratia di micropali			
Diametro di perforazione del micropalo	D_P	0,25	m
Lunghezza totale del micropalo	L	10,00	m
Diametro dell'armatura	D_{Arm}	139,70	mm
Spessore dell'armatura	t	12,00	mm
interasse fra i micropali	i	0,30	m
Diametro interno dell'armatura	D_{Arm-2t}	115,70	mm
Area armatura	A_{Arm}	4814,2	mm ²
Area di taglio	$A_V = 2 * A_{Arm} / \pi$	3064,8	mm ²
Modulo di elasticità acciaio costituente armatura	E_{Arm}	210000,00	MPa
Modulo d'inerzia della sezione di armatura	J_{Arm}	9899927	mm ⁴
Modulo di resistenza della sezione di armatura	W_{Arm}	141731,2	mm ³
spessore equivalente del micropalo solo acciaio	d_{eq}	0,073	m

Sezione S1 (M_{max}) sollecitazioni di verifica		
Z	-4,20	m da p.c.
V_{ed}	0,00	kN
M_{ed}	19,80	kN*m

Sezione S2 (V_{max}) - sollecitazioni di verifica		
Z	-3,20	m da p.c.
V_{ed}	11,70	kN
M_{ed}	12,00	kN*m

VERIFICA STRUTTURALE DEL MICROPALO

Sezione S1

Acciaio Fe430 T.A.	σ_{adm}	190,00	MPa
tensione normale	$\sigma_{max} = M_{ED} / W_{arm}$	139,70	MPa
tensione tangenziale	$\tau = 2 * V_{ED} / A_V$	0,00	MPa
tensione ideale	$\sigma_{id} = (\sigma^2 + 3 \tau^2)^{0,5}$	139,70	MPa
verifica	$\sigma_{id} < \sigma_{adm}$	SEZIONE VERIFICATA	

VERIFICA STRUTTURALE DEL MICROPALO

Sezione S2

Acciaio Fe430 T.A.	σ_{adm}	190,00	MPa
tensione normale	$\sigma_{max} = M_{ED} / W_{arm}$	84,67	MPa
tensione tangenziale	$\tau = 2 * V_{ED} / A_V$	7,64	MPa
tensione ideale	$\sigma_{id} = (\sigma^2 + 3 \tau^2)^{0,5}$	85,01	MPa
verifica	$\sigma_{id} < \sigma_{adm}$	SEZIONE VERIFICATA	

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI</p> <p>RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali Relazione di calcolo opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1W</td> <td>00 D 29</td> <td>CL</td> <td>IN0800 001</td> <td>A</td> <td>32 di 327</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1W	00 D 29	CL	IN0800 001	A	32 di 327
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1W	00 D 29	CL	IN0800 001	A	32 di 327								

12.ALLEGATO TABULATO DI CALCOLO

Report di Calcolo

Nome Progetto: New Project

Autore: Ingegnere

Jobname: E:\dati\Commesse\APICE-IRPINIA-orsara\bovino-orsara\IN08 - Standard\paratie\New Project.pplus

Data: 12/12/2018 12:42:06

Design Section: Base Design Section



ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA

PROGETTO DEFINITIVO

IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00 D 29	CL	IN0800 001	A	33 di 327

Sommario

Contenuto Sommario



ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA

PROGETTO DEFINITIVO

IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00 D 29	CL	IN0800 001	A	34 di 327

Descrizione del Software

ParatiePlus è un codice agli elementi finiti che simula il problema di uno scavo sostenuto da diaframmi flessibili e permette di valutare il comportamento della parete di sostegno durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale.

Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -10 m

Muro di sinistra

Sezione : MICROPALI

Area equivalente : 0.0385963379161313 m

Inerzia equivalente : 0.0001 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.3 m

Diametro : 0.25 m

Efficacia : 1

Materiale acciaio : Fe360

Sezione : CHS139.7*12

Tipo sezione : O

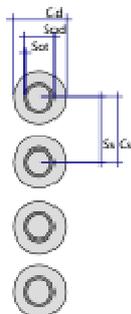
Spaziatura : 0.3 m

Spessore : 0.012 m

Diametro : 0.1397 m

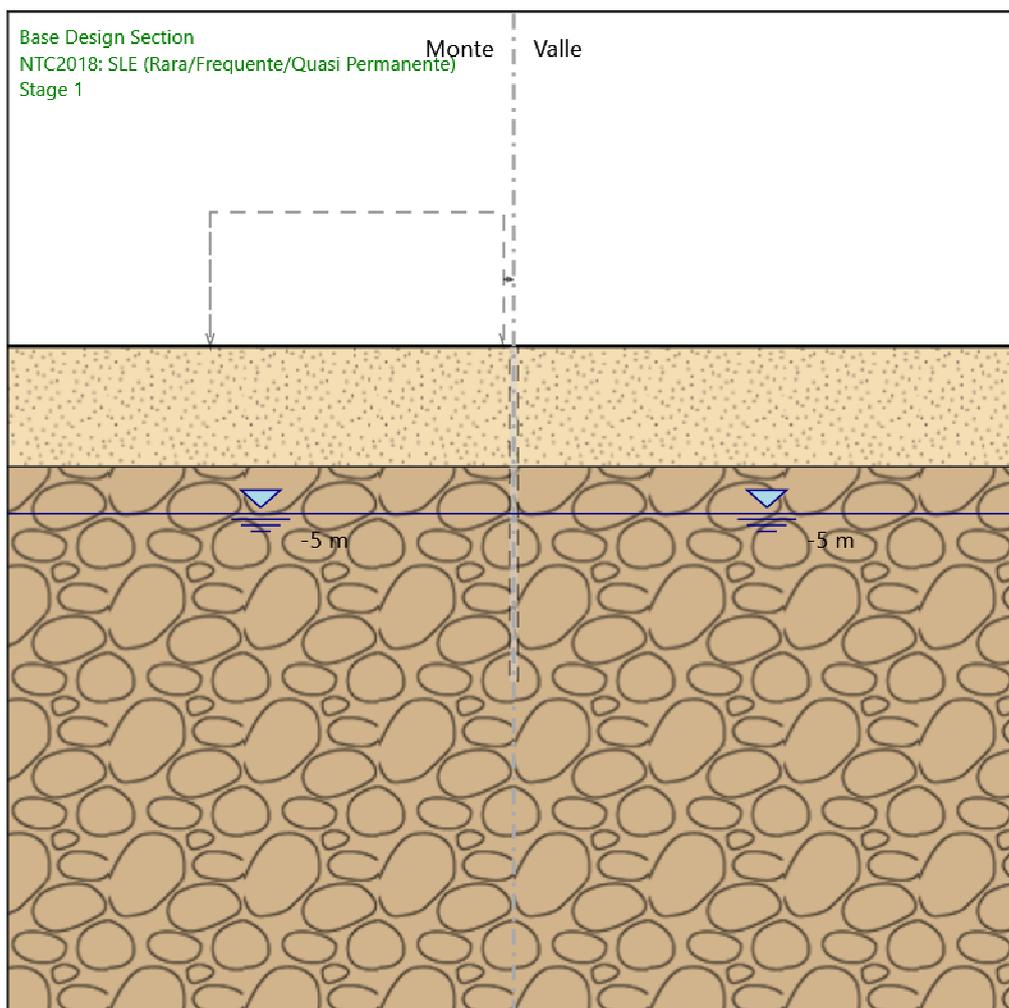
IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00 D 29	CL	IN0800 001	A	37 di 327



Fasi di Calcolo

Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m



ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA

PROGETTO DEFINITIVO

IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00 D 29	CL	IN0800 001	A	39 di 327

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

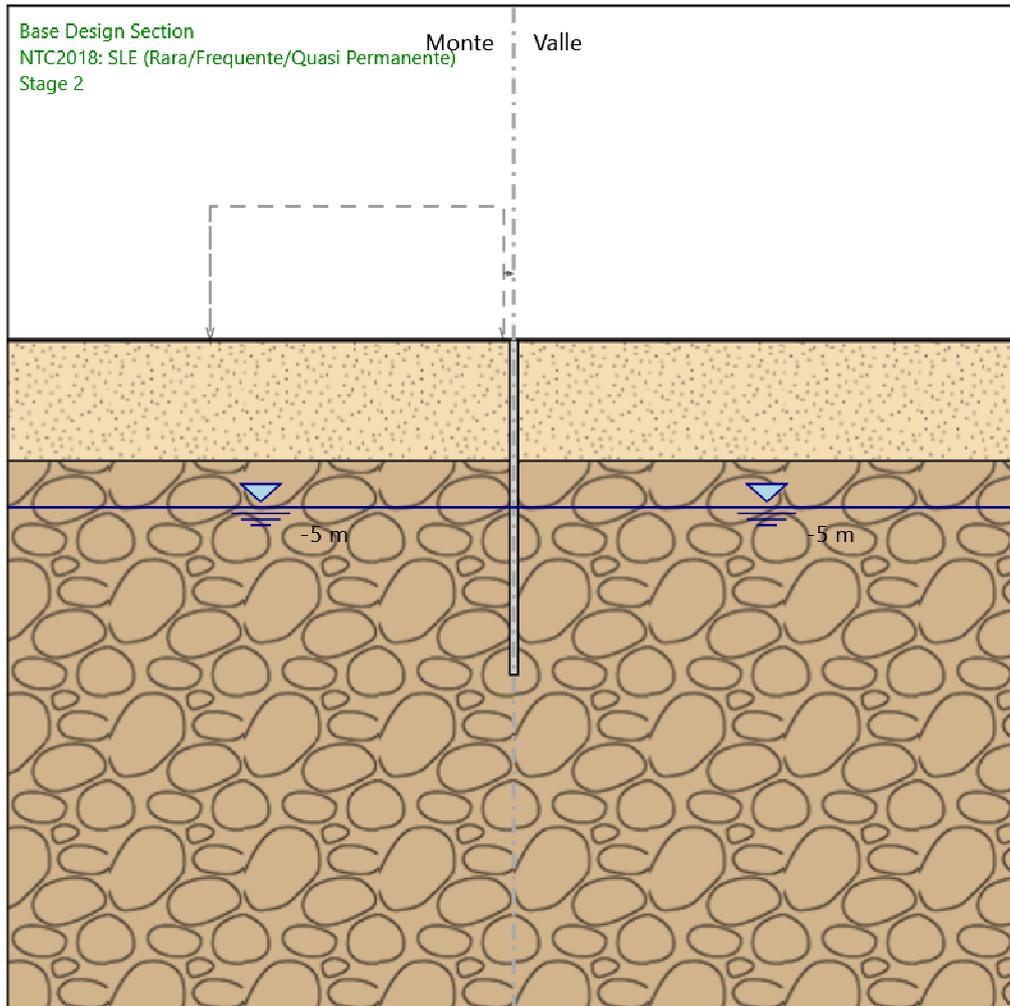
0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5 m

Falda di destra : -5 m

Stage 2



Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)



ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA

PROGETTO DEFINITIVO

IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00 D 29	CL	IN0800 001	A	41 di 327

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5 m

Falda di destra : -5 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

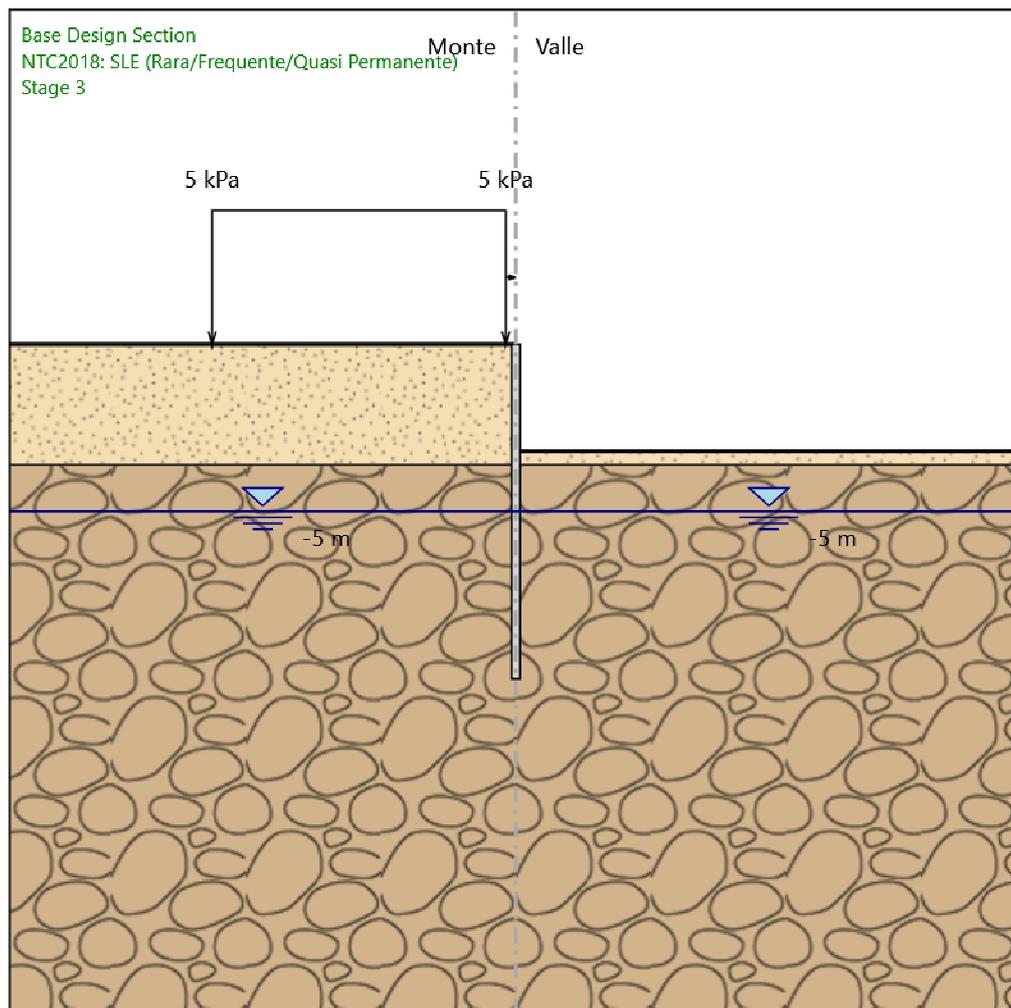
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -10 m

Sezione : MICROPALI

Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -3.2 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m
Linea di scavo di destra (Orizzontale)
-3.2 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5 m
Falda di destra : -5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge
X iniziale : -9 m
X finale : -0.3 m
Pressione iniziale : 5 kPa
Pressione finale : 5 kPa

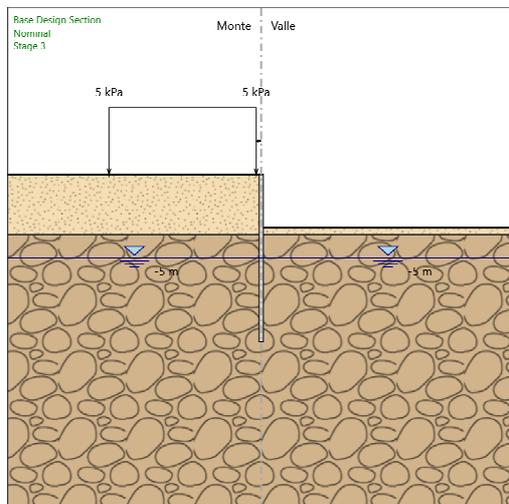
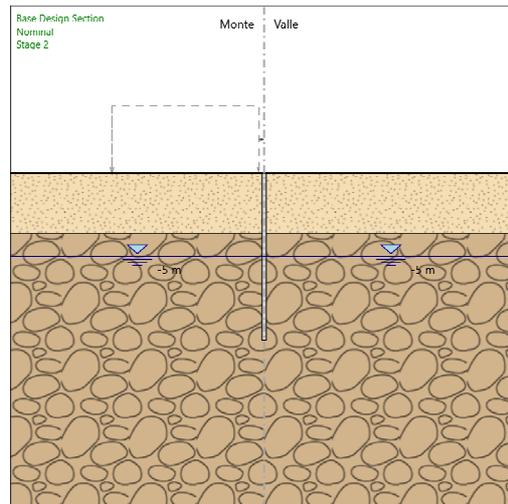
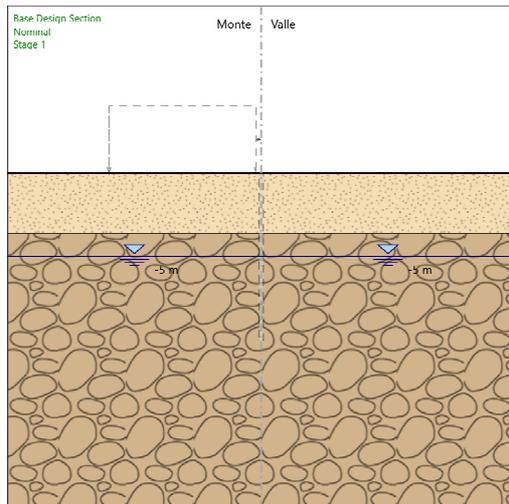
Elementi strutturali

Paratia : WallElement
X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -10 m
Sezione : MICROPALI

IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00 D 29	CL	IN0800 001	A	44 di 327

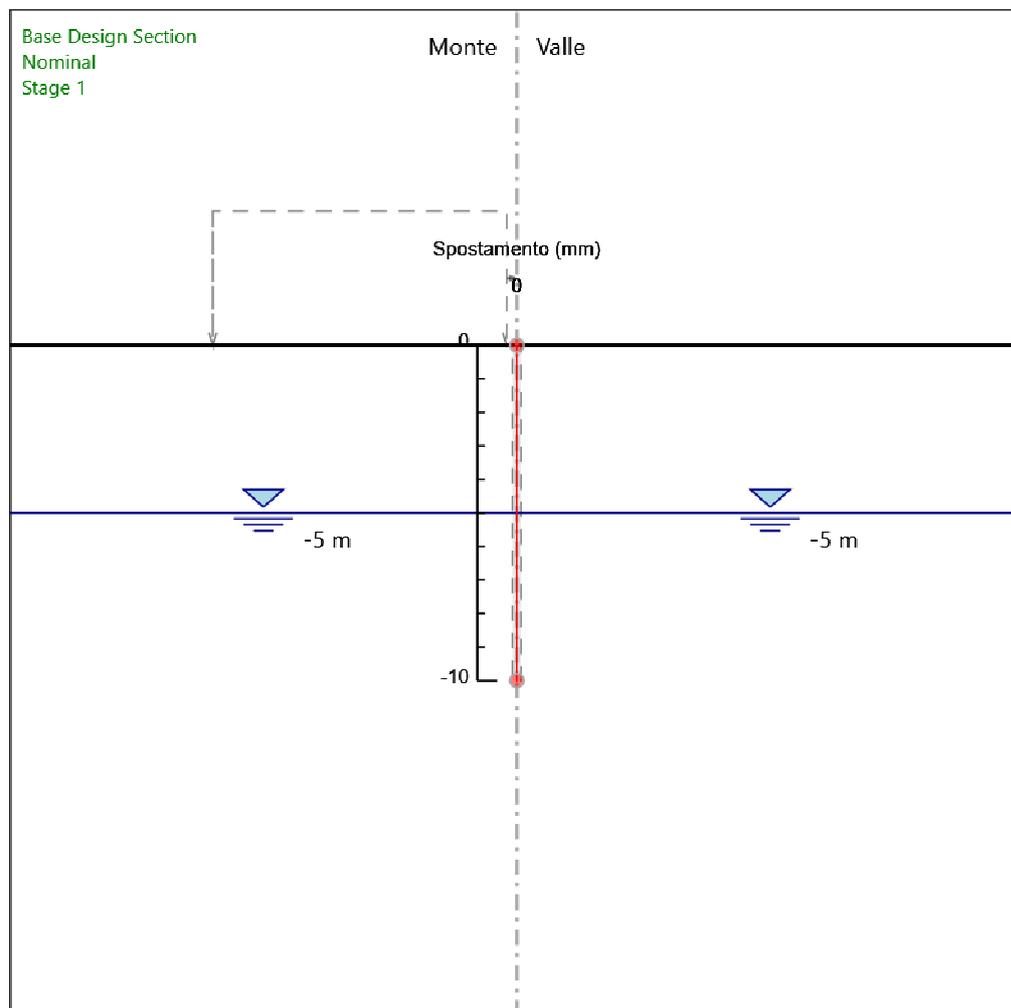
Tabella Configurazione Stage (Nominal)



Grafici dei Risultati

Design Assumption : Nominal

Grafico Spostamento Nominal - Stage: Stage 1

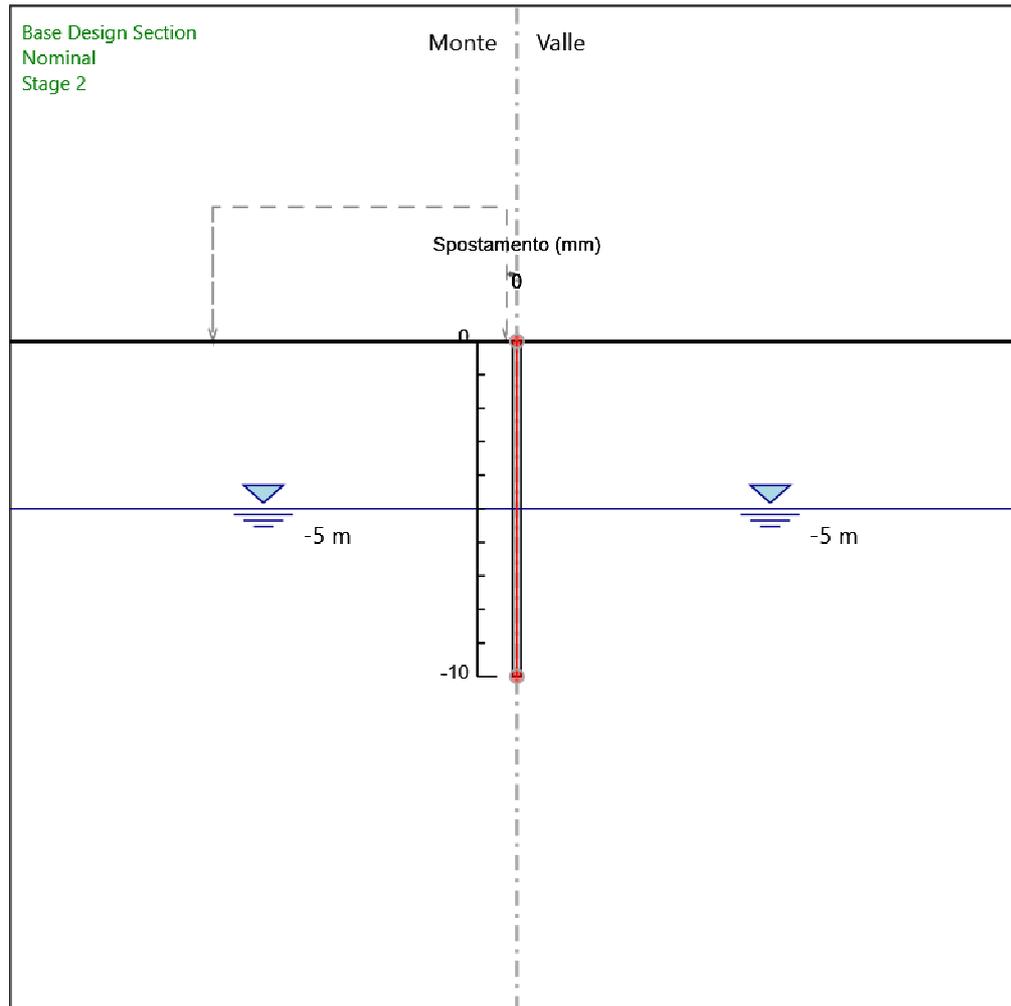


Design Assumption: Nominal
Stage: Stage 1
Spostamento

IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali
Relazione di calcolo opere provvisionali

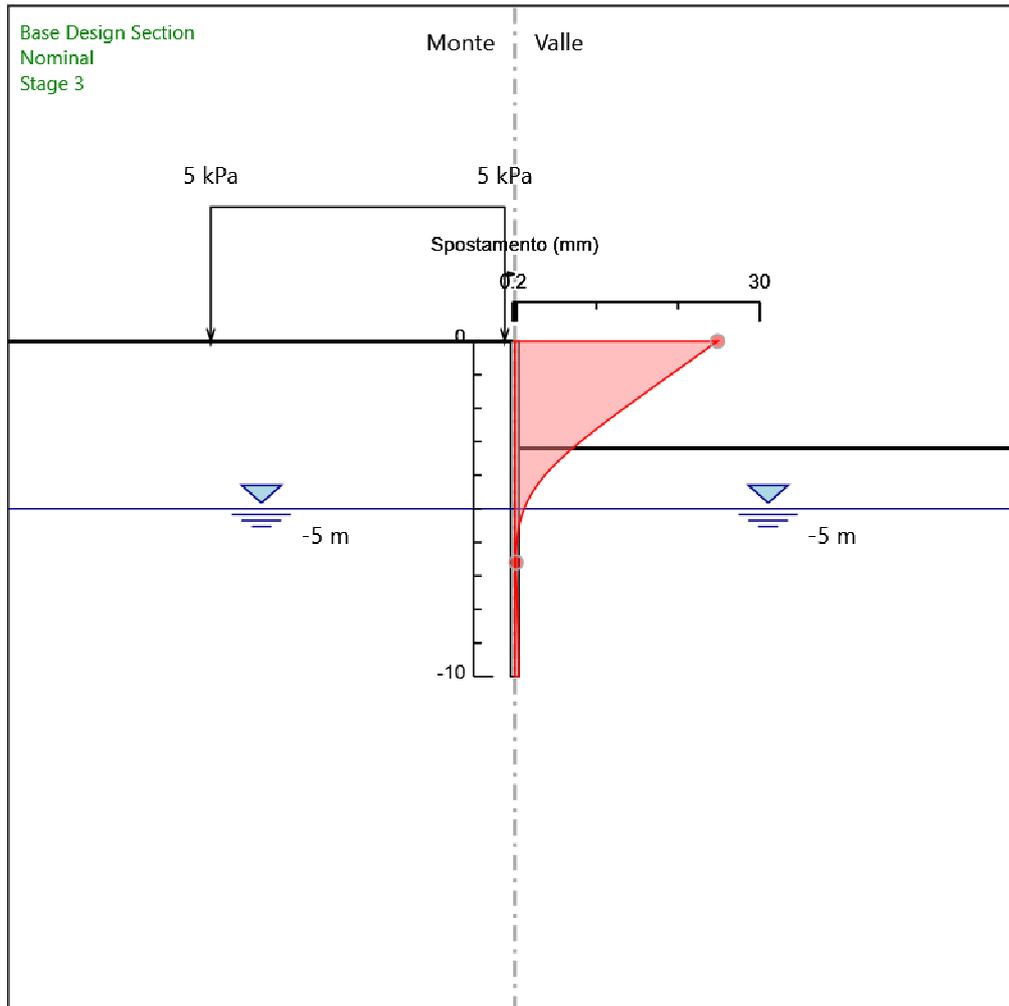
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00 D 29	CL	IN0800 001	A	46 di 327

Grafico Spostamento Nominal - Stage: Stage 2



Design Assumption: Nominal
Stage: Stage 2
Spostamento

Grafico Spostamento Nominal - Stage: Stage 3



Design Assumption: Nominal
Stage: Stage 3
Spostamento



ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA

PROGETTO DEFINITIVO

IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali
Relazione di calcolo opere provvisionali

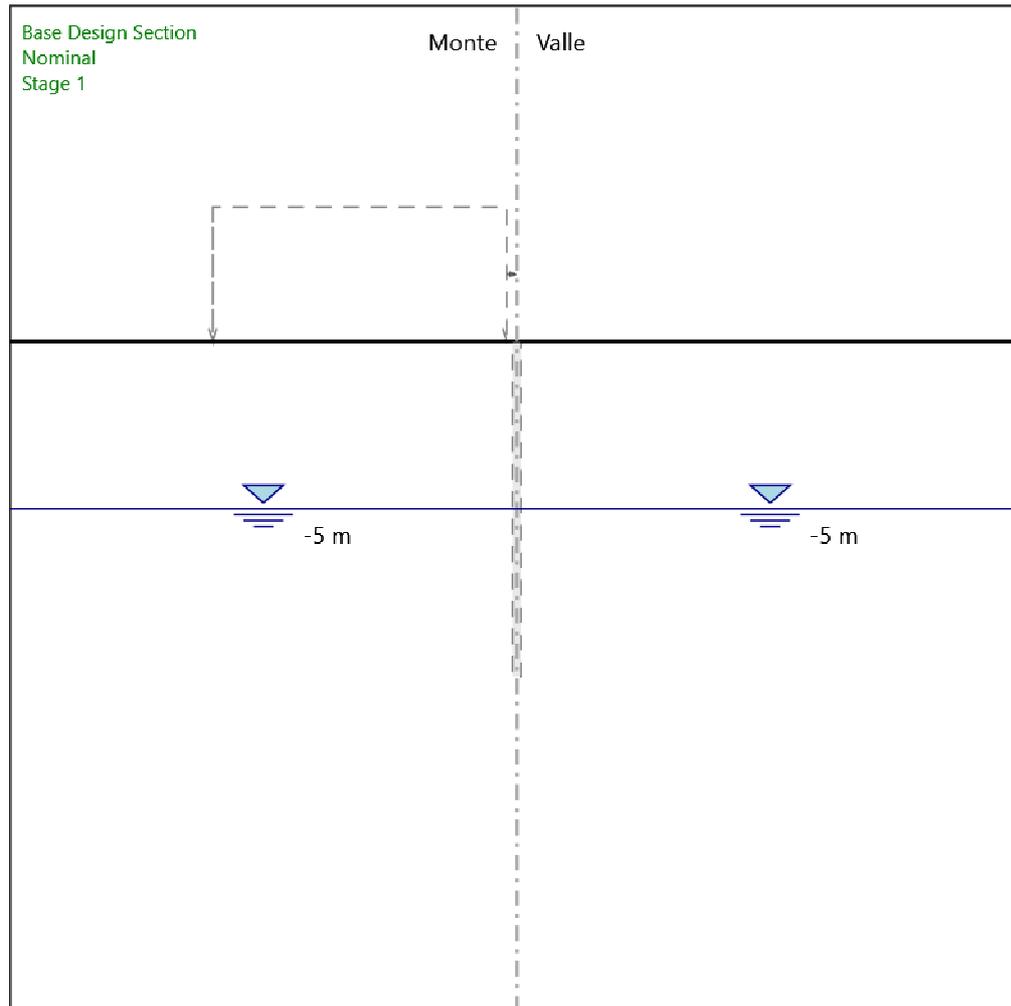
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00 D 29	CL	IN0800 001	A	48 di 327

Risultati Paratia

IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali
Relazione di calcolo opere provvisionali

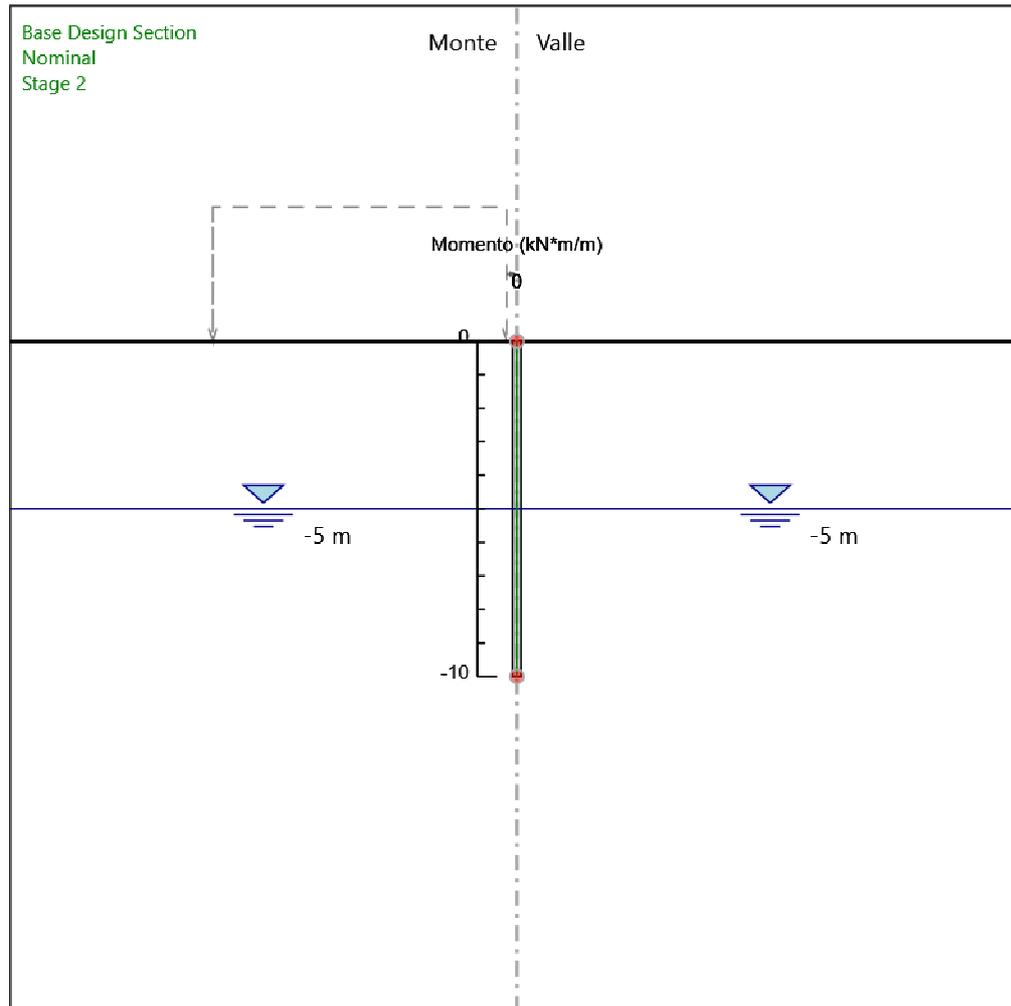
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00 D 29	CL	IN0800 001	A	49 di 327

Grafico Momento Nominal - Stage: Stage 1



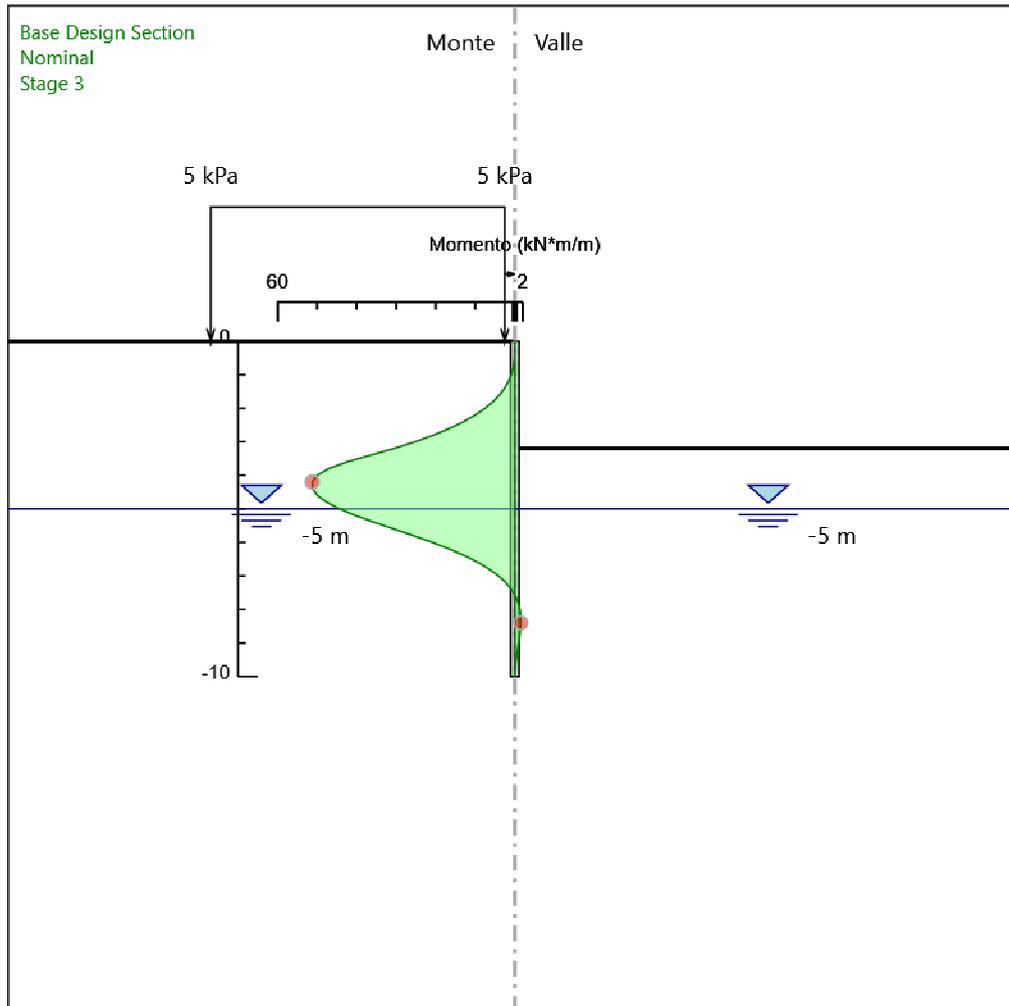
Design Assumption: Nominal
Stage: Stage 1
Momento

Grafico Momento Nominal - Stage: Stage 2



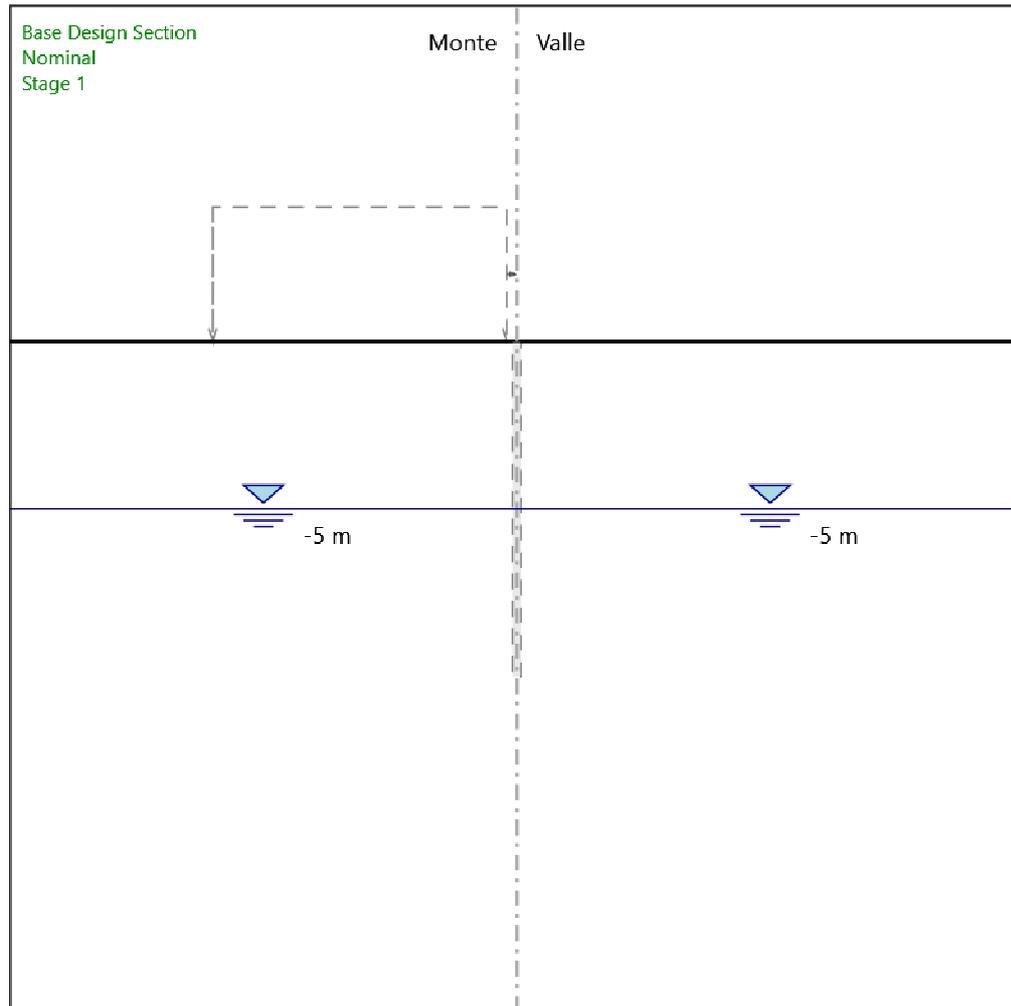
Design Assumption: Nominal
Stage: Stage 2
Momento

Grafico Momento Nominal - Stage: Stage 3



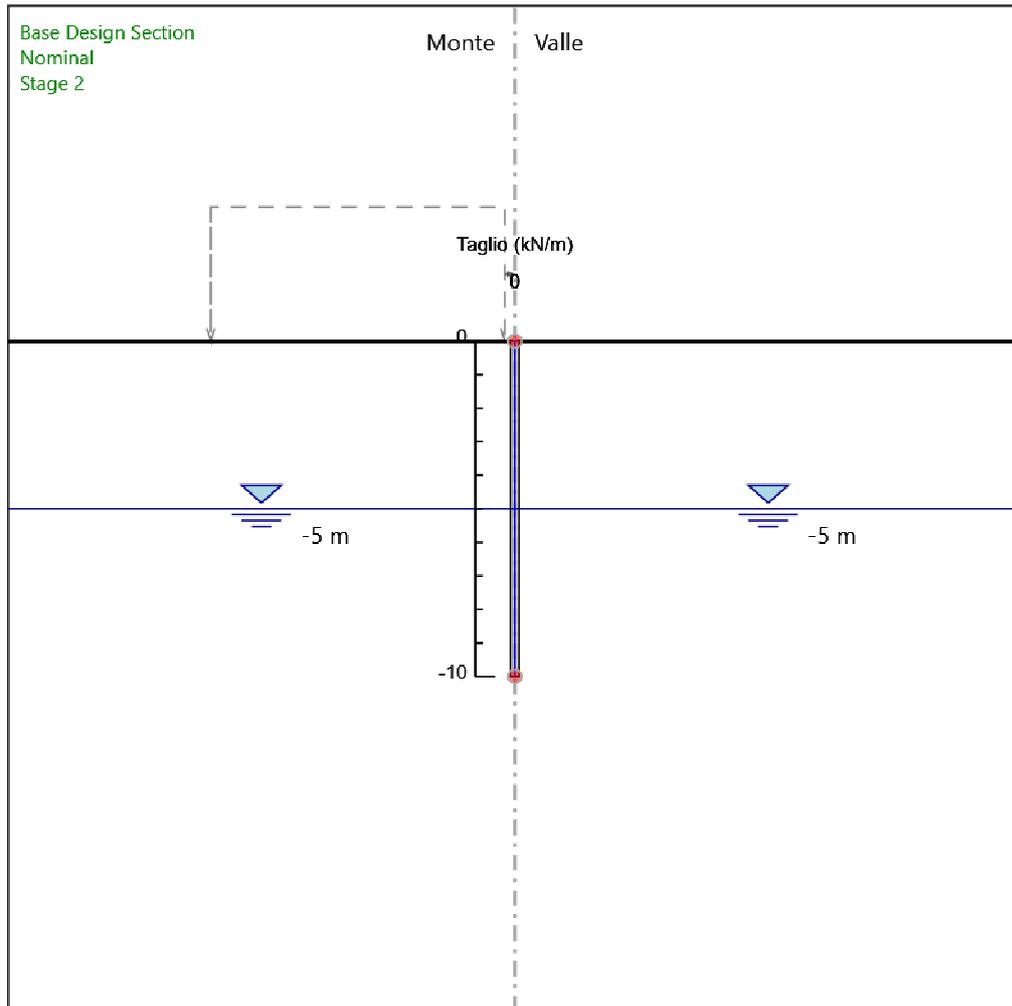
Design Assumption: Nominal
Stage: Stage 3
Momento

Grafico Taglio Nominal - Stage: Stage 1



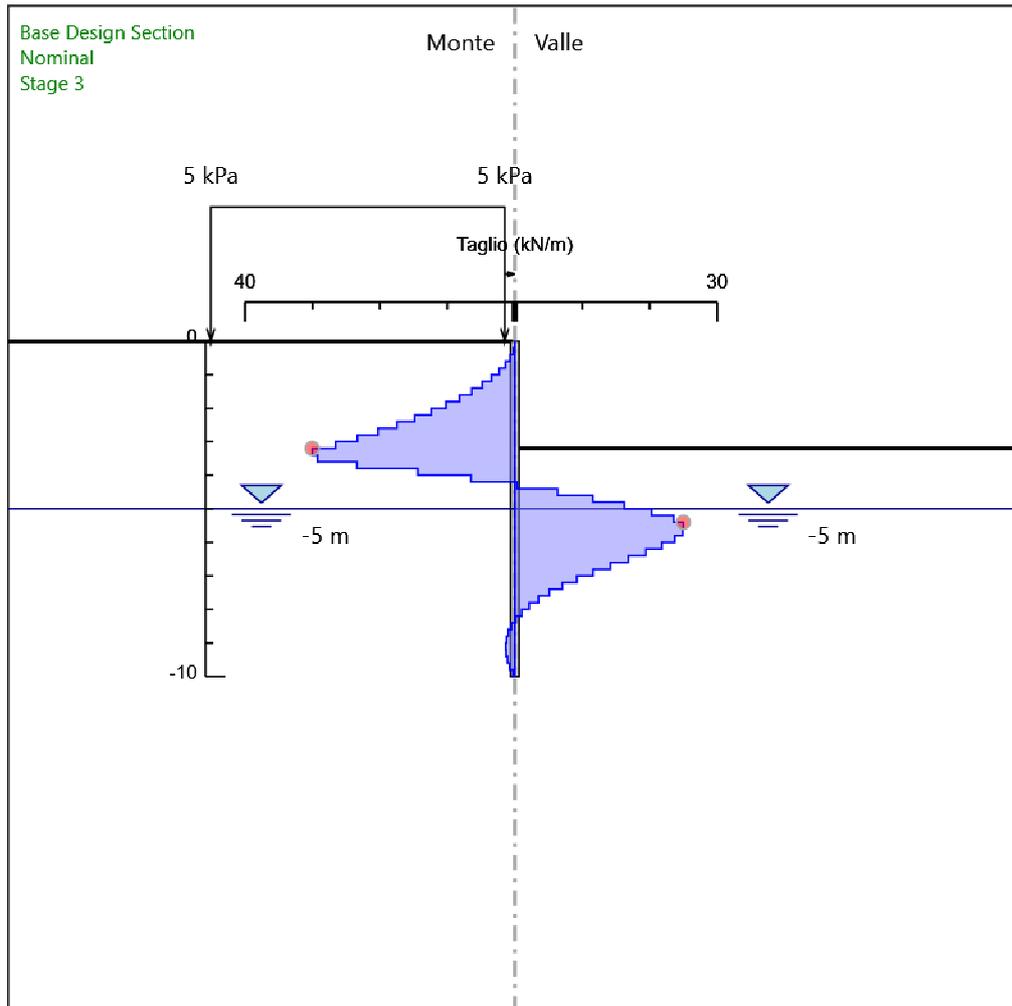
Design Assumption: Nominal
Stage: Stage 1
Taglio

Grafico Taglio Nominal - Stage: Stage 2



Design Assumption: Nominal
Stage: Stage 2
Taglio

Grafico Taglio Nominal - Stage: Stage 3

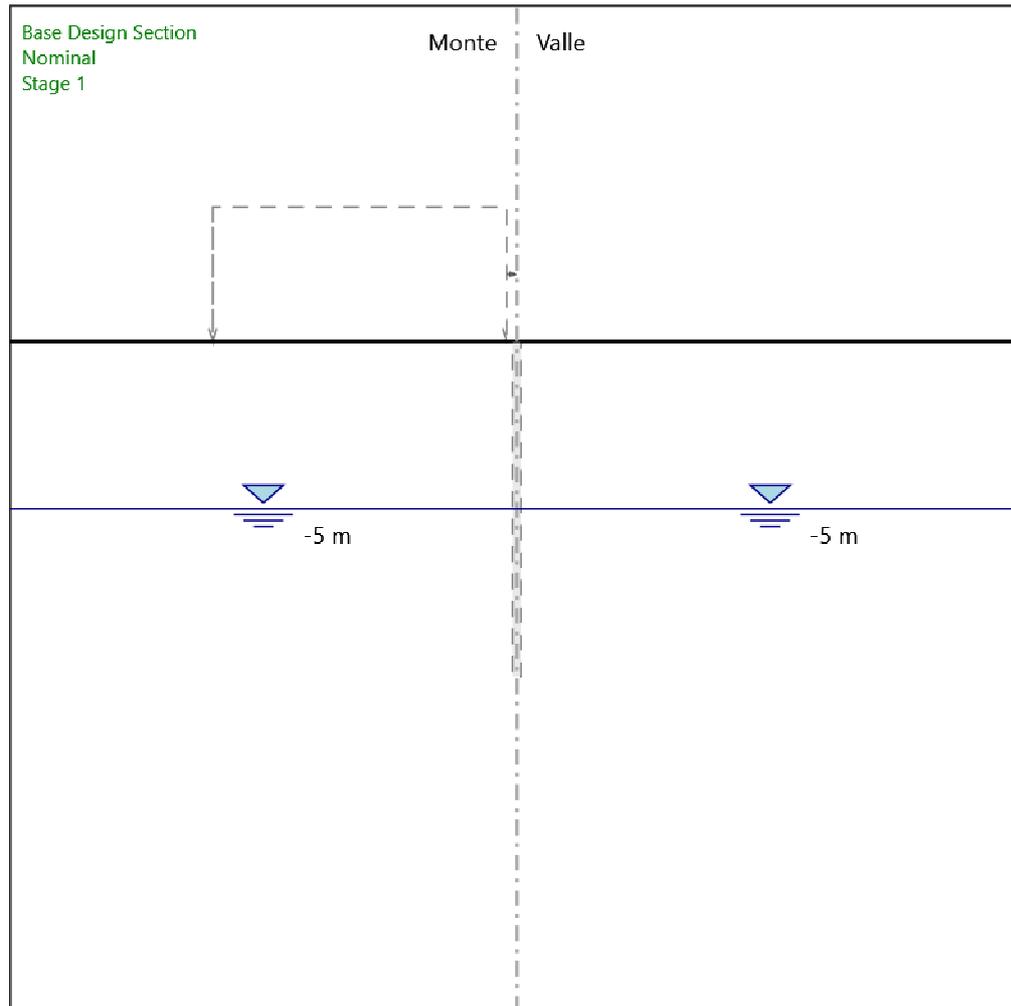


Design Assumption: Nominal
Stage: Stage 3
Taglio

IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00 D 29	CL	IN0800 001	A	55 di 327

Grafico Momento Nominal - Stage: Stage 1

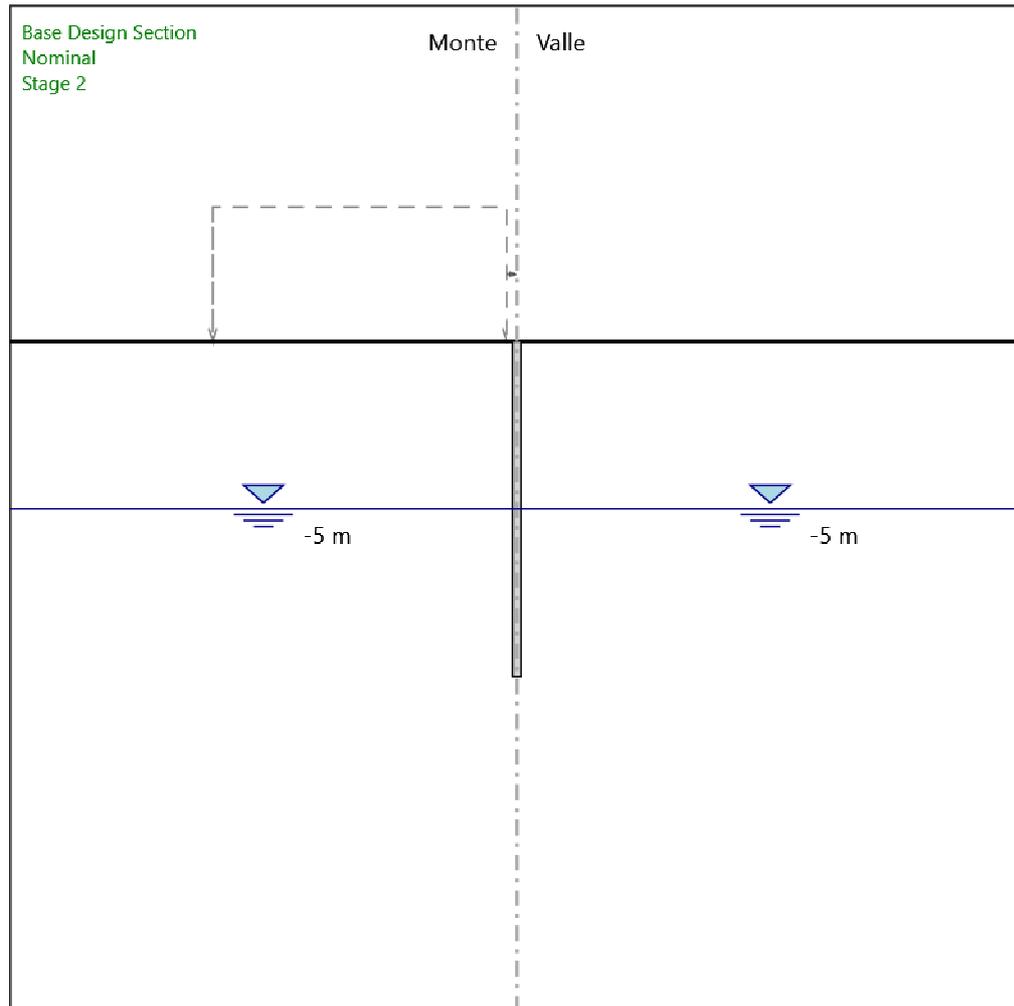


Design Assumption: Nominal
Stage: Stage 1
Momento

IN08 - Relazione di calcolo opere provvisionali
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1W	00 D 29	CL	IN0800 001	A	56 di 327

Grafico Momento Nominal - Stage: Stage 2



Design Assumption: Nominal
Stage: Stage 2
Momento