

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto funzionale Brescia-Verona

PROGETTO ESECUTIVO

IV28 – CAVALCAFERROVIA TANG. SUD BS – COLLEGAMENTO QBSE/AC - PK 107+055,597

OPERE PROVVISORIALI - Spalla A - Spalla B

Relazione di calcolo

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due	
Data: _____	Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 2	E	E 2	C L	I V 2 8 A 1	0 0 1	A

PROGETTAZIONE								IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	 Data: <u>20.05.2020</u>
A	Emissione	Cardella	20/05/20	Becci	20/05/20	Liani	20/05/20	
B								
C								

CIG. 751447334A

File: IN0R12EE2CLIV28A1001A_10.docx



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

CUP: F81H9100000008

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due 

ALTA SORVEGLIANZA


ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 CL IV 28A 1 001

Rev.
A

Foglio
2 di 25

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3. CRITERI DI CALCOLO.....	6
4. STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO	9
5. SINTESI DELLE TIPOLOGIE ANALIZZATE.....	10
6. SPALLA A - STUDIO DI DETTAGLIO.....	11
6.1. DESCRIZIONE FASI	11
6.2. SINTESI RISULTATI.....	15
7. SPALLA B - STUDIO DI DETTAGLIO	16
7.1. DESCRIZIONE FASI	16
7.2. SINTESI RISULTATI.....	20
8. PALANCOLA TRASVERSALE SPALLA B - STUDIO DI DETTAGLIO	21
8.1. DESCRIZIONE FASI	21
8.2. SINTESI RISULTATI.....	23
9. RACCOMANDAZIONI CONCLUSIVE	24
10. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	25

1. PREMESSA

La presente relazione riguarda il dimensionamento e verifica delle opere provvisorie necessarie al sostegno degli scavi per la realizzazione delle fondazioni del cavalcaferrovia IV28 che sovrappassa la futura linea AV/AC Milano-Verona nel tratto Brescia-Verona.

Il cavalcaferrovia in oggetto, mono-campata di luce pari a 54 m, sostituisce un viadotto esistente della Tangenziale Sud di Brescia. Con riferimento alla linea AV/AC l'opera è ubicata alla progressiva 107+055, nel comune di Calcinato, in provincia di Brescia.

L'opera viene a collocarsi in un'area pressoché pianeggiante, con quota del piano campagna indicativamente pari a +140.0 m s.l.m.

In base alle esigenze di cantiere e ai vincoli imposti dalle predominanti interferenze con opere esistenti, si rende necessaria una complessa sequenza costruttiva che si avvale di opere di sostegno, realizzata con palancolati metallici.

In breve, la sequenza costruttiva, simile tra le due spalle, prevede quanto segue:

- Scavo parziale del rilevato esistente, previo inserimento di tiranti attivi a sostegno dei palancolati: l'utilizzo di tiranti attivi che saranno inseriti al di sotto della sede stradale esistente, nel corpo del rilevato è necessario a causa delle notevoli altezze di scavo;
- costruzione di una nuova spalla, fondata su pali, affiancata alla spalla esistente
- Inserimento di un palancolato a protezione della sede stradale esistente (a sud del sedime della Tangenziale sud di Brescia);
- realizzazione di un rilevato provvisorio (a sud del sedime della Tangenziale sud di Brescia), accostato alla sede attuale e varo del nuovo impalcato sulle spalle provvisorie, in modo da realizzare una deviazione della tangenziale; in questa fase verrà realizzato un ulteriore palancolato, parallelo al primo, e posto sul ciglio sud del nuovo rilevato, al fine di predisporre un aggancio per barre passive da utilizzarsi come ancoraggio del precedente rilevato nelle fasi successive;
- demolizione spalla esistente e parziale demolizione del rilevato esistente: in questa fase la stabilità dei diaframmi sarà assicurata da idonee barre disposte al di sotto del rilevato provvisorio appena descritto;

- costruzione della nuova spalla definitiva, ricostruzione del rilevato nella configurazione precedente, spostamento dell'impalcato sulle nuove spalle, ripristini stradali e rimozione delle opere provvisionali.

Per tutti gli interventi non esplicitamente elencati nel presente documento, gli scavi necessari alla costruzione di spalle e pile saranno realizzati con pareti modellate secondo idonee pendenze.

Nel seguito vengono riportate i calcoli e le verifiche strutturali e geotecniche delle strutture costituenti le opere provvisionali in oggetto, nel pieno rispetto delle normative vigenti in materia.

Si precisa che, ai sensi della vigente normativa NTC008, §2.4.1 (nota 1), nel progetto di tali opere, provvisionali con vita utile non superiore a 2 anni, l'azione sismica viene ignorata.

Si precisa infine che il progetto delle opere di sostegno è stato sviluppato in accordo con le ipotesi progettuali e le indicazioni generali del Progettista generale dell'opera, a cui è riconosciuta l'ideazione, nelle sue linee generali, dell'intervento. In rapporto alle non trascurabili complessità legate in particolare alla presenza delle opere afferenti al cavalcavia esistenti, il complesso di questo intervento dovrà essere attentamente riesaminato in sede costruttiva alla luce di un rilievo, il più accurato e completo possibile, dell'esistente.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 CL IV 28A 1 001

Rev.
A

Foglio
5 di 25

2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 Istruzione per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

3. CRITERI DI CALCOLO

La verifica del comportamento delle palancole sotto le spinte delle terre e dell'acqua è stata condotta con il codice di calcolo PARATIE PLUS™, distribuito da Ce.A.S. S.r.l.

Tale programma analizza, in una condizione di stato piano di deformazione, il comportamento di opere di sostegno flessibili simulando l'interazione terreno-parete con il metodo delle molle non lineari, ampiamente utilizzato nella pratica progettuale. L'analisi, non lineare a causa del comportamento non elastico del terreno oltre che dal continuo modificarsi della configurazione della parete, viene eseguita seguendo in modo realistico la sequenza costruttiva dell'opera.

La resistenza delle molle è descritta in termini di coefficienti di spinta K_a e K_p (a loro volta legati all'angolo d'attrito ϕ e all'attrito terra muro δ) e di coesione c' . A tale comportamento in termini efficaci e valido per terreni granulari oppure per terreni fini a lungo termine, può essere sostituito un legame in termini di sforzi totali adatto a modellare un comportamento di materiali fini in condizioni non drenate. Nel caso in esame si opererà in condizioni drenate.

In presenza di moti di filtrazione (stazionari) indotti da squilibri della freatica nelle diverse regioni interessate dall'opera, oppure in presenza di prelievi per mezzo di pozzi, PARATIE PLUS calcola preventivamente la distribuzione delle pressioni neutre sulla parete tramite schemi semplificati basati sull'ipotesi di flusso mono-dimensionale in prossimità della parete (pensata come elemento impermeabile) oppure attraverso un modello bidimensionale ad elementi finiti che risolve le equazioni di campo in accordo con le condizioni al contorno stabilite dall'utente.

Nel caso di tiranti, vincoli deformabili e puntoni (modellati come elementi elastico), è possibile attribuire, al generico elemento, una cosiddetta trave di ripartizione (waler), vale a dire una trave orizzontale avente una luce pari al passo degli elementi a cui è riferita. Nella figura rappresentata una trave di ripartizione che smista alla parete le azioni dei puntoni, posti a passo S .

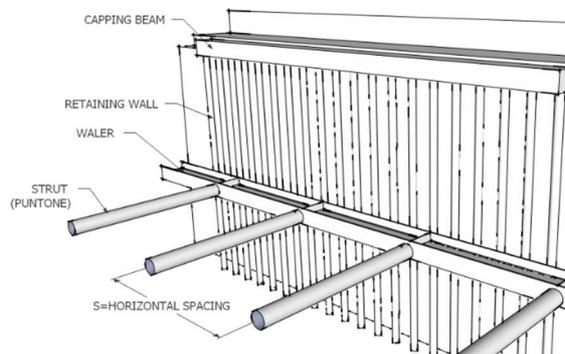


Figura 3-1: elementi strutturali e travi di ripartizione

Noto il passo S (Figura 3-1) degli elementi di contrasto, è definita la luce di calcolo della trave di ripartizione. L'utente può definire lo schema statico ipotizzato per la trave di ripartizione, agendo sui parametri α_1 e α_2 , che regolano il valore del momento alle estremità della trave.

Sia q la reazione, per unità di larghezza nel vincolo. La reazione complessiva Q nel tirante è quindi pari a:

$$Q = q \cdot S$$

Il momento flettente, alle estremità 1 e 2 è pari a, rispettivamente

$$M_{1,2} = \alpha_{1,2} Q \cdot S$$

In campata, nel punto medio tra due appoggi successivi, il momento è pari a

$$M_A = 0.125 \cdot Q \cdot S + 0.5 \cdot (M_1 + M_2)$$

Si può notare quindi che, per modellare una trave in semplice appoggio, basta porre $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$; per modellare una trave con momento negativo pari ad uno schema a doppio incastro si pone $\alpha_1 = \alpha_2 = -(1/12)$.

PARATIE PLUS può mettere in conto l'incremento di deformabilità fornito dalla trave di ripartizione al sistema, correggendo la rigidezza assiale del vincolo alla luce della deformabilità in campata tra due vincoli successivi. La trave di ripartizione può inoltre essere sottoposta a verifica.

In accordo con quanto richiesto da di NTC08, si considerano le seguenti configurazioni.

- Analisi SLE
- A1+M1+R1 (SLU mirata alla verifica STRU) DA1 C1
- A2+M2+R1 (SLU mirata alla verifica GEO) DA1 C2

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 CL IV 28A 1 001

Rev.
A

Foglio
8 di 25

Ognuna di queste analisi (chiamate Design Assumptions (DA), secondo una terminologia mutuata da Eurocodice 7) corrisponde ad un calcolo non lineare completo esteso a tutte le fasi in cui è stata pensata la reale sequenza esecutiva.

Per la combinazione DA1 C2, i parametri di resistenza (in questo caso ϕ) sono opportunamente ridotti in sulla base dei coefficienti γ_M indicati dalla Normativa Italiana. I coefficienti di spinta sono calcolati automaticamente da PARATIE PLUS basandosi sull'angolo di attrito così ridotto.

Al termine del calcolo non lineare, PARATIE PLUS esegue la verifica degli elementi strutturali principali (per la DA1 C1). Evidenzia inoltre i risultati necessari per esprimere un giudizio sul grado di sicurezza relativo allo stato limite GEO ed alla deformabilità della parete (SLE).

Altri dettagli relativi a particolari aspetti della modellazione verranno descritti con riferimento ai singoli casi.

4. STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

Sulla base delle valutazioni eseguite sui diversi log stratigrafici eseguiti in prossimità del cavalcavia ferroviario in esame, si può assumere un terreno granulare a una prevalenza di ghiaia in matrice sabbiosa, talvolta sabbioso-limosa, con presenza di ciottoli. Lo spessore di terreno vegetale individuato durante l'esecuzione dei sondaggi è variabile da 0.5 a 0.9 m. I parametri considerati sono in sostanziale accordo con quanto ipotizzato per la definizione delle fondazioni dell'opera principale, argomento che costituisce l'oggetto della relativa relazione geotecnica a cui si rimanda.

Oltre alla caratterizzazione dei terreni naturali, è necessario definire i parametri geotecnici del rilevato esistente, per il quale, in assenza di specifiche informazioni saranno assunti parametri convenzionali cautelativi. In Tabella 4-1 i parametri di riferimento.

Tabella 4-1. Stratigrafia

Strato	Profondità		Descrizione	γ	ϕ_k	c'_k	Modulo elastico [MPa]	
	Da (m da p.c.)	A (m da p.c.)					E_{vc}	E_{ur}
1	rilevato		Terreno granulare (corpo del rilevato)	19 kN/m ³	34°	-	30	40
2	0	In prof.	Prevalenza di ghiaie e sabbie sabbie e più o meno limose		32°	-	20	30

Quota falda: falda generalmente assente alle profondità di interesse

Il calcolo viene eseguito in condizioni a lungo termine, vista la natura dei terreni a cui si fa riferimento. Quanto all'interazione tra terreno e palancole si assume un angolo di attrito δ pari al 50% dell'angolo di attrito del terreno. Con tali ipotesi, i coefficienti di spinta attiva e passiva sono calcolati rispettivamente con le formule di Coulomb e Lancellotta (2007).

Infine, si assume sempre un coefficiente di spinta a riposo pari a 0.50.

Oltre al carico sollecitante dovuto al peso del rilevato, viene aggiunto un sovraccarico pari a 20 kPa, corrispondente al carico da traffico veicolare stradale.

5. SINTESI DELLE TIPOLOGIE ANALIZZATE

Per tutti i palancolati è stato, utilizzato il profilo AZ26-700N in materiale S355 le cui garantistiche sono riassunte nella Figura 5-1.

Il costruttore potrà utilizzare profili differenti (preferibilmente di tipo AZ) purché di resistenza superiore. Si sconsiglia l'utilizzo di palancole Larssen provviste di giunto in corrispondenza dell'asse neutro, a meno che non realizzino adeguate giunzioni (saldature o ricalcature) lungo il gargame.

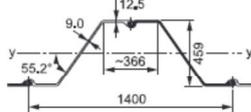
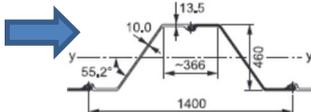
Section	S = Single pile D = Double pile	Sectional area cm ²	Mass kg/m	Moment of inertia cm ⁴	Elastic section modulus cm ³	Radius of gyration cm	Coating area ¹⁾ m ² /m
	Per S	114.3	89.7	39120	1705	18.50	0.96
	Per D	228.6	179.5	78240	3410	18.50	1.92
	Per m of wall	163.3	128.2	55890	2435	18.50	1.37
	Per S	123.5	96.9	41850	1820	18.41	0.96
	Per D	247.0	193.9	83710	3640	18.41	1.92
	Per m of wall	176.4	138.5	59790	2600	18.41	1.37

Figura 5-1. Dettaglio profilo AZ-26-700 N

Per tutti i tiranti attivi, provvisori, si raccomanda l'esecuzione del tratto di fondazione mediante tecnica detta IRS (iniezioni ripetute e selettive), realizzata tramite valvole a manchette (almeno 2 per metro di tratto iniettato). Le caratteristiche dell'iniezione sono indicate sui disegni esecutivi.

Visti i risultati delle prove SPT disponibili (valore rappresentativo di 40 colpi N_{SPT}) ed in base alla natura del terreno d'interesse, nel calcolo sono stati assunti, per la verifica dei tiranti, i seguenti valori in verifica A1 M1 R3:

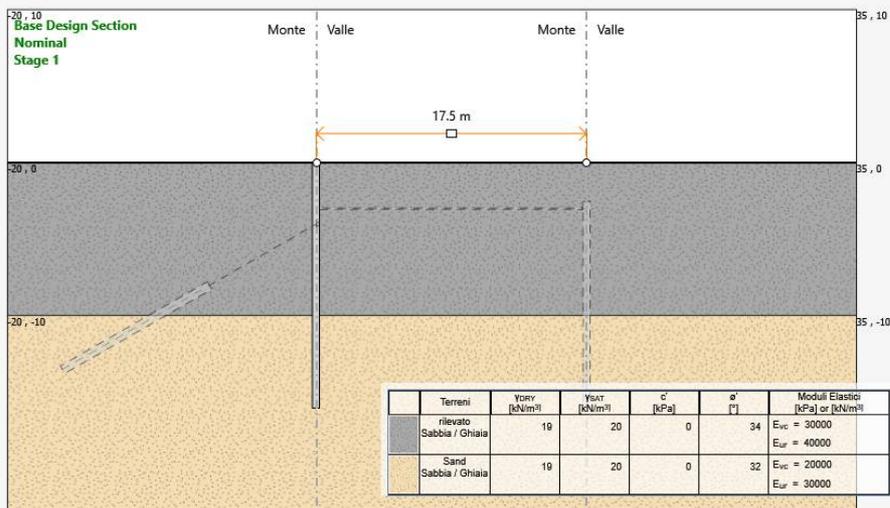
- Tipologia: tiranti temporanei ($\gamma_r = 1.1$)
- Coefficiente di incremento bulbo di calcolo, secondo Bustamante & Doix, $\alpha = 1.3$
- $\xi_{a3} = 1.85$
- diametro perforazione ≥ 0.20 m
- Resistenza unitaria a taglio: $s \approx 5 N_{SPT} = 5 \cdot 40 + 50 = 250$ kPa (Bustamante & Doix) – si assume cautelativamente **200** kPa

6. SPALLA A - STUDIO DI DETTAGLIO

6.1. DESCRIZIONE FASI

Sono prese in considerazione, in successione, le seguenti fasi:

Stage 1	Condizioni iniziali
fase1-1	Scavo per inserimento tirante attivo
fase1-2	Installazione tirante
fase1-3	Scavo totale 1° fase per costruzione spalla provvisoria
fase2-1	Riempimento parziale nuovo rilevato
fase2-2	Installazione tiranti tra le due palancole
fase2-3	Completamento nuovo rilevato
fase2-4	Completamento scavo per costruzione nuova spalla finale



Doc. N.

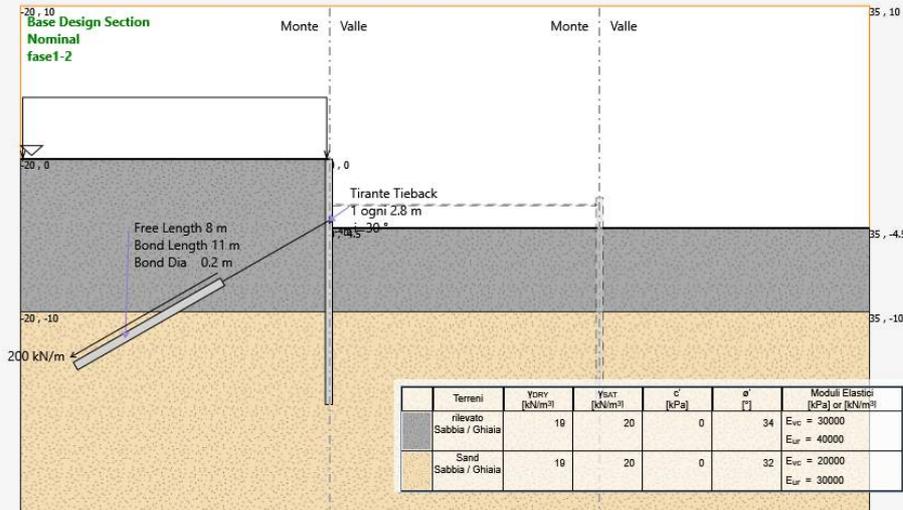
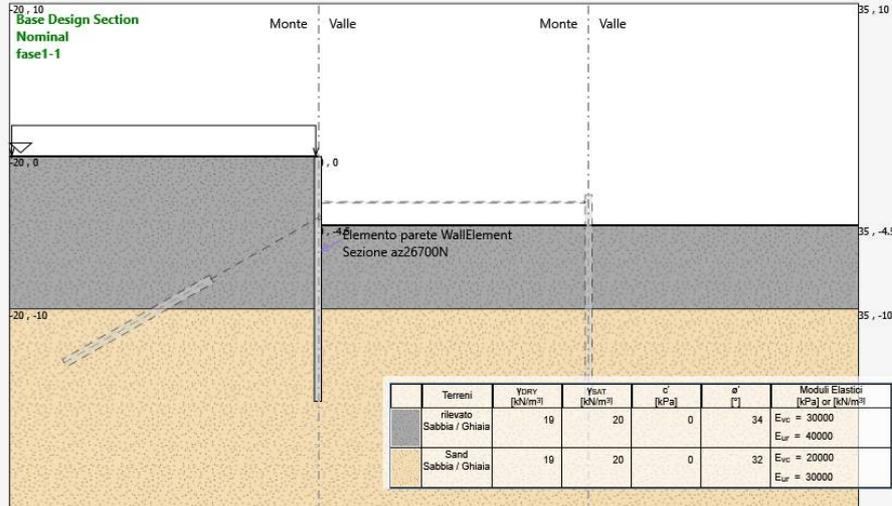
Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 CL IV 28A 1 001

Rev.
A

Foglio
12 di 25



Doc. N.

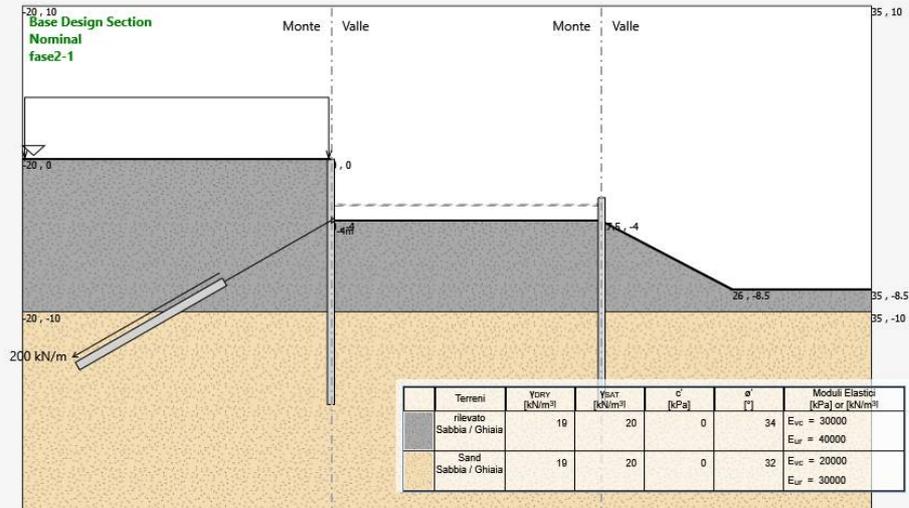
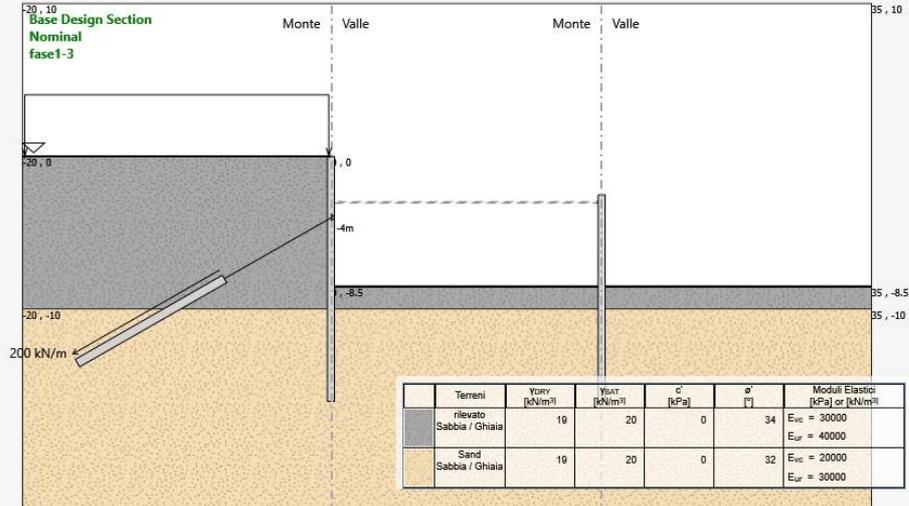
Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 CL IV 28A 1 001

Rev.
A

Foglio
13 di 25



Doc. N.

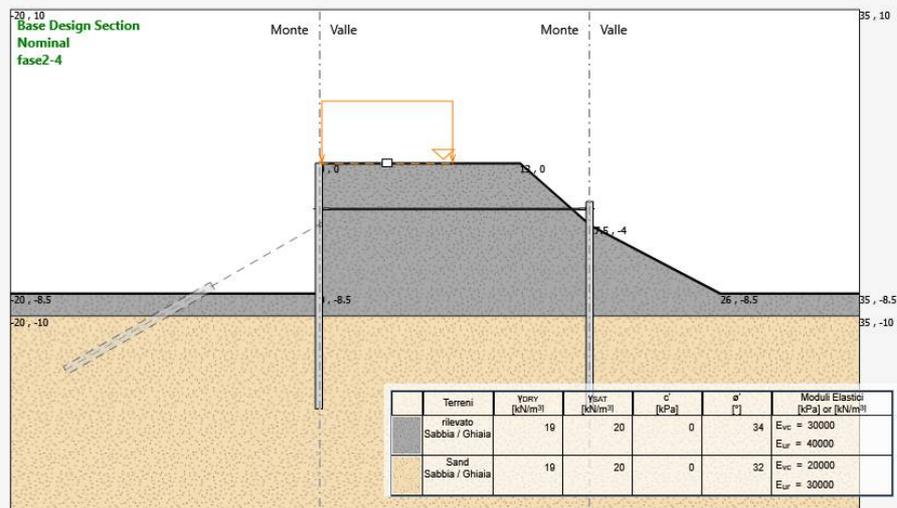
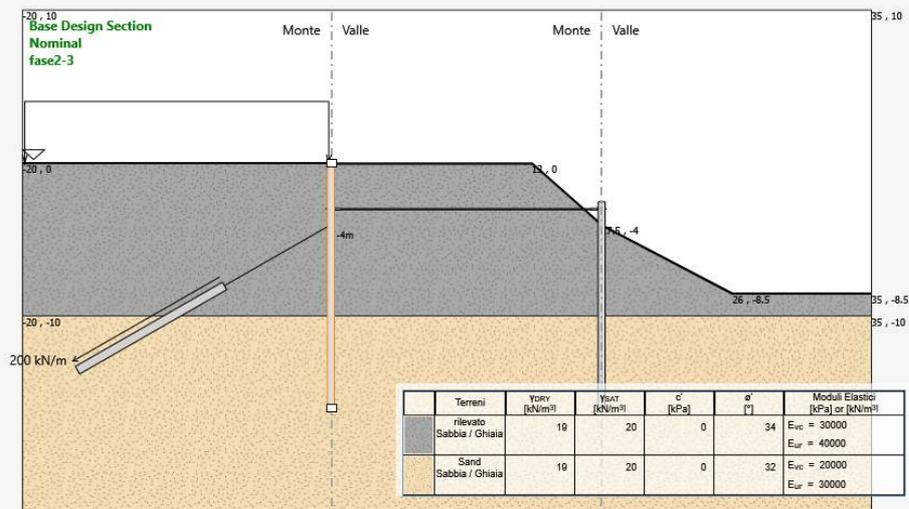
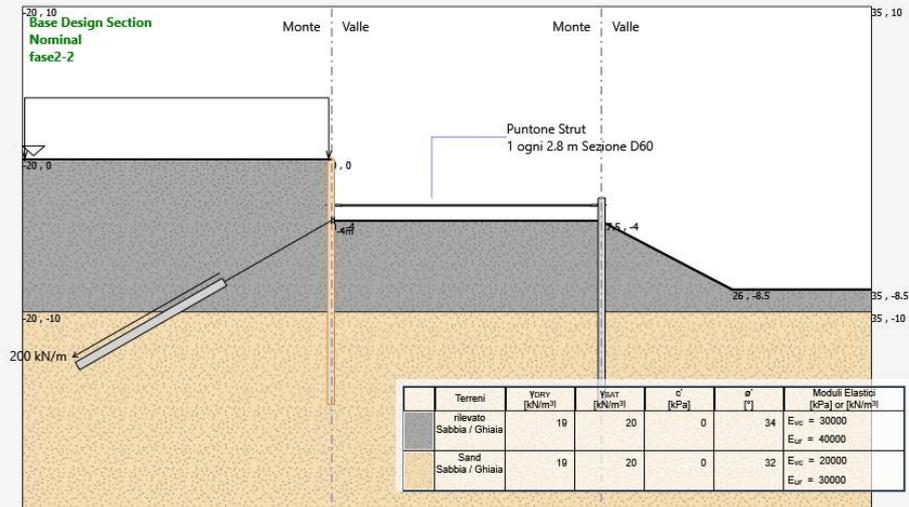
Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 CL IV 28A 1 001

Rev.
A

Foglio
14 di 25



6.2. Sintesi risultati

I risultati in forma sintetica sono riassunti nel seguente prospetto, da cui si evince che tutti gli elementi strutturali sono verificati (coefficienti di sfruttamento minori di 1)

Summary for all Design assumptions

Riepilogo per tutte le Design Assumption (DA) attive

Parete <Left Wall> *** Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati

Min. spostamento laterale [mm]	-25.44	Z = -6.4 m	D.A. SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (fase2-4)
Max. spostamento laterale [mm]	50.78	Z = 0 m	D.A. SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (fase1-2)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.51		D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.43		D.A. A2+M2+R1 (fase1-3)

Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement	Max. momento (assoluto) [kNm/m]	289.77	Z = -6.8 m	D.A. A2+M2+R1 (fase1-1)
	Max. taglio [kN/m]	162.58	Z = -4 m	D.A. A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (fase1-2)
	SteelWord: massimo sfruttamento in flessione	0.33	Z = -6.8 m	D.A. A2+M2+R1 (fase1-1)
	SteelWord: massimo sfruttamento a taglio	0.131	Z = -3.8 m	D.A. A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

(fase1-2)

Risultati tiranti

Tieback (1 / 2.8 m)	Max. forza (ass.) [kN]	852.7	D.A. A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (fase1-3)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.94	D.A. A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (fase1-3)
	Max. sfruttamento (STR)	0.84	D.A. A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (fase1-3)
	Trave di rip.:Max. coeff. sfrutt.	0.85	STEEL D.A. A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

(fase1-3) (Default Waler 2HEB200-S355)

Parete <Right wall> *** Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati

Min. spostamento laterale [mm]	-26.38	Z = -2.5 m	D.A. SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (fase2-4)
Max. spostamento laterale [mm]	1.98	Z = -8.6 m	D.A. SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (fase2-4)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.25		D.A. A2+M2+R1 (fase1-3)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.92		D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)

Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement_New	Max. momento (assoluto) [kNm/m]	496.86	Z = -6 m	D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
	Max. taglio [kN/m]	210.9	Z = -4.2 m	D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
	SteelWord: massimo sfruttamento in flessione	0.565	Z = -6 m	D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
	SteelWord: massimo sfruttamento a taglio	0.169	Z = -4 m	D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)

Risultati puntoni (truss)

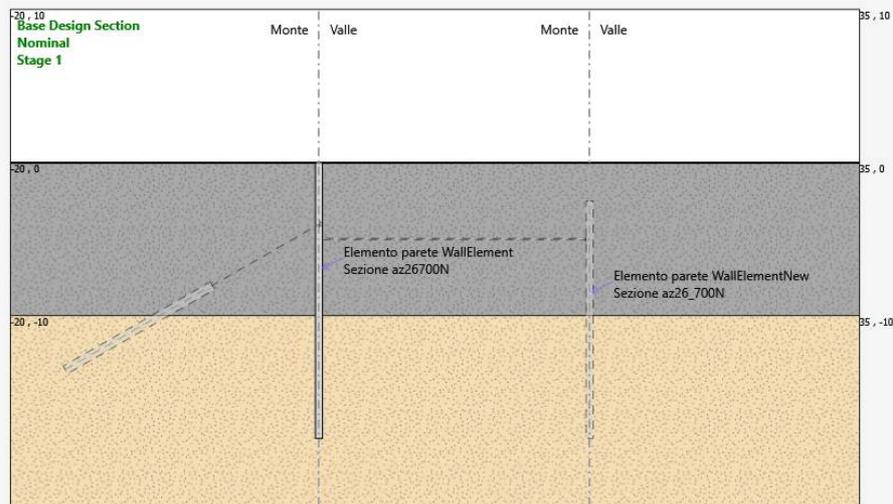
Strut (1 / 2.8 m)	Max. forza [kN]	590.51	D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
	Min. forza [kN]	-0.01	D.A. A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (fase2-2)
	SteelWorld: massimo sfruttamento	0.62	D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
		D60-S355	
	Trave di rip. (Lato SX):Max. coeff. sfrutt.	0.67	STEEL D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
(Default Left Waler 2UPN240-S355)			
	Trave di rip. (Lato DX):Max. coeff. sfrutt.	0.67	STEEL D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
(Default Right Waler 2UPN240-S355)			

7. SPALLA B - STUDIO DI DETTAGLIO

7.1. DESCRIZIONE FASI

Sono prese in considerazione, in successione, le seguenti fasi.

Stage 1	Condizioni iniziali
fase1-1	Scavo per inserimento tirante attivo
fase1-2	Installazione tirante
fase1-3	Scavo totale 1° fase per costruzione spalla provvisoria: NB questa sezione corrisponde al massimo scavo della parte più alta, che non raggiunge la quota d'imposta della fondazione, ma si limita alla sommità di una parte del rilevato contenuto da un'ulteriore palanca trasversale
fase2-1	Riempimento parziale nuovo rilevato
fase2-2	Installazione tiranti tra le due palancole
fase2-3	Completamento nuovo rilevato
fase2-4	Completamento scavo per costruzione nuova spalla finale



Doc. N.

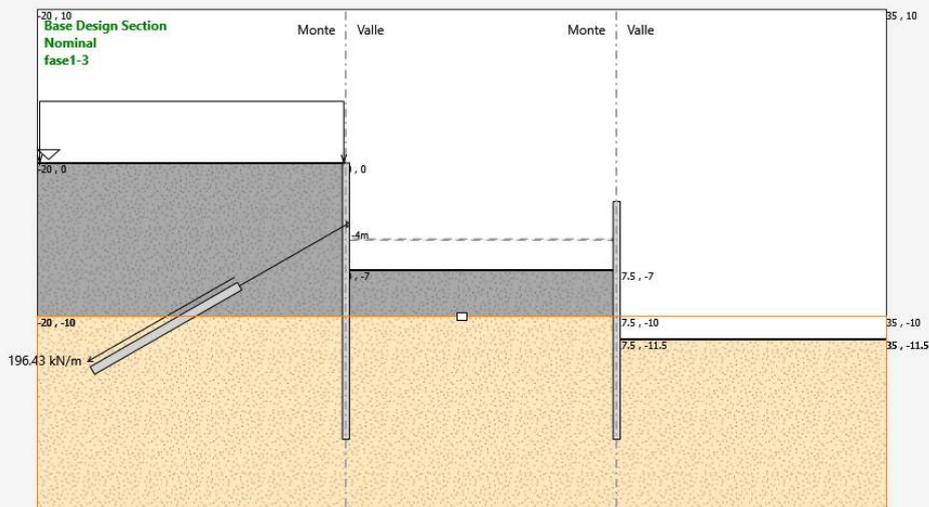
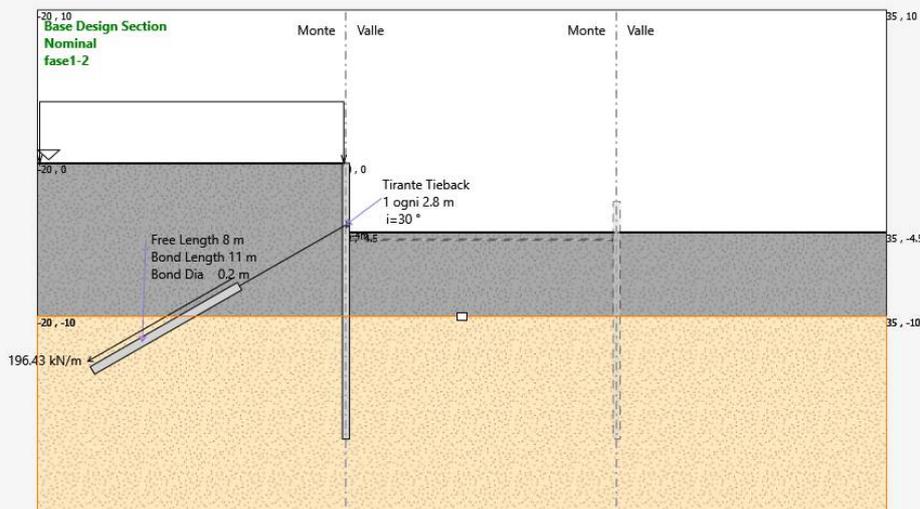
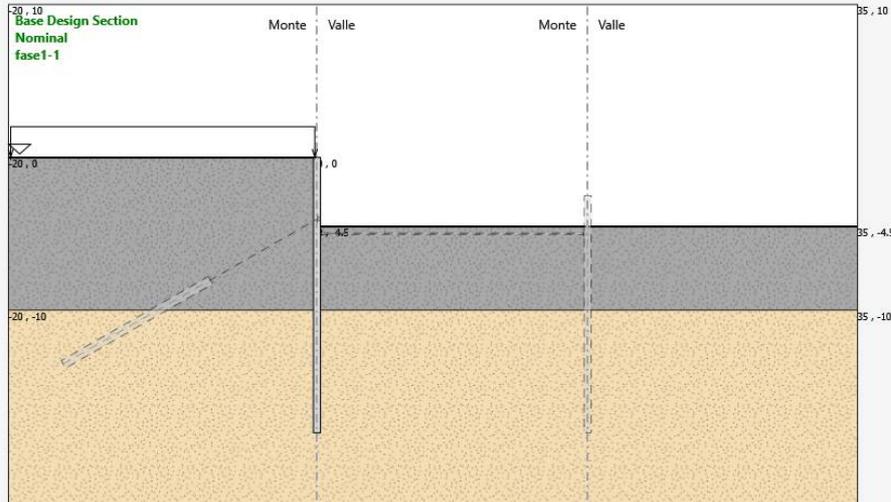
Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 CL IV 28A 1 001

Rev.
A

Foglio
17 di 25



Doc. N.

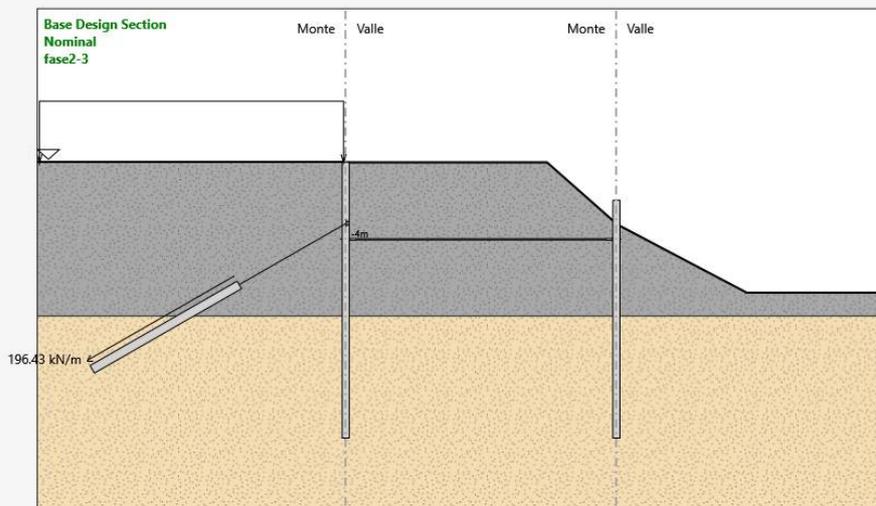
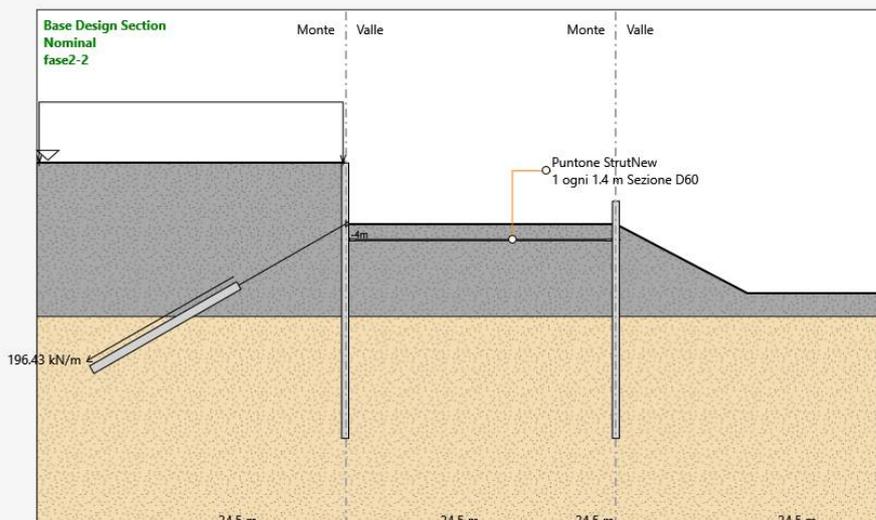
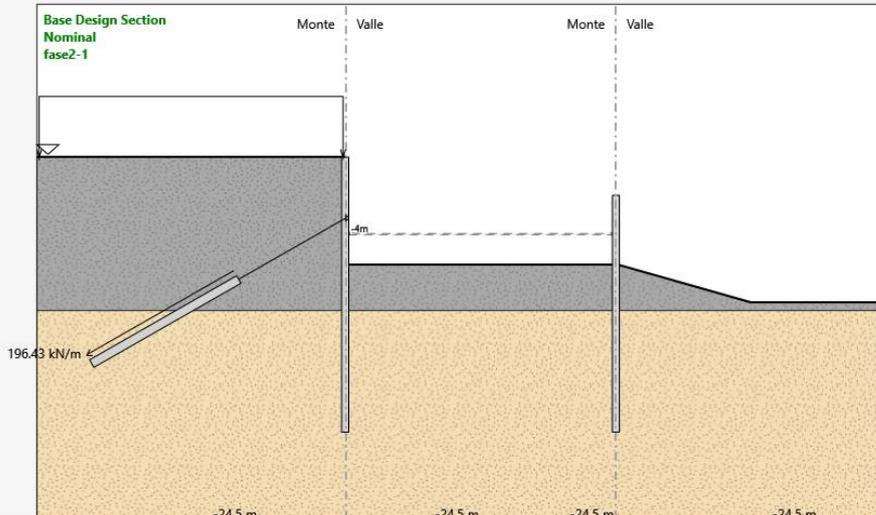
Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 CL IV 28A 1 001

Rev.
A

Foglio
18 di 25



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

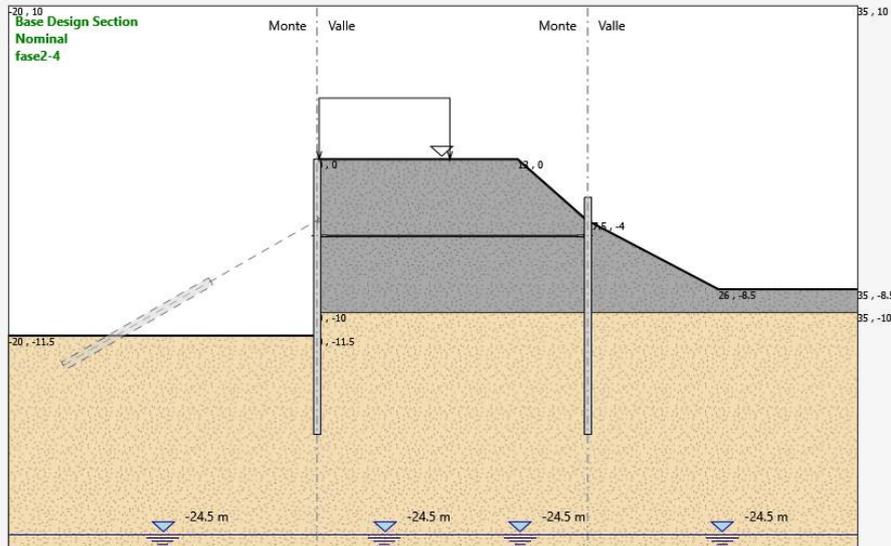
Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 CL IV 28A 1 001

Rev.
A

Foglio
19 di 25



7.2. Sintesi risultati

I risultati in forma sintetica sono riassunti nel seguente prospetto, da cui si evince che tutti gli elementi strutturali sono verificati (coefficienti di sfruttamento minori di 1)

Summary for all Design assumptions

Riepilogo per tutte le Design Assumption (DA) attive

Parete <Left Wall> * Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati**

Min. spostamento laterale [mm]	-41.17	Z = -10.4 m	D.A. SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (fase2-4)
Max. spostamento laterale [mm]	50.75	Z = 0 m	D.A. SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (fase1-2)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.65		D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.29		D.A. A2+M2+R1 (fase2-1)

Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement	Max. momento (assoluto) [kNm/m]	622.5	Z = -10.2 m	D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
	Max. taglio [kN/m]	296.66	Z = -5.2 m	D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
	SteelWord: massimo struttamento in flessione	0.708	Z = -10.2 m	D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
	SteelWord: massimo struttamento a taglio	0.238	Z = -5 m	D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)

Risultati tiranti

Tieback (1 / 2.8 m)	Max. forza (ass.) [kN]	759.79	D.A. A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (fase2-1)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.84	D.A. A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (fase2-1)
	Max. sfruttamento (STR)	0.75	D.A. A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (fase2-1)
	Trave di rip.:Max. coeff. sfrutt.	0.76	STEEL D.A. A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

(fase2-1) (Default Waler 2HEB200-S355)

Parete <Right wall> * Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati**

Min. spostamento laterale [mm]	-0.97	Z = -18 m	D.A. SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (fase2-4)
Max. spostamento laterale [mm]	68.89	Z = -2.5 m	D.A. SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (fase2-1)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.22		D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.71		D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)

Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement_New	Max. momento (assoluto) [kNm/m]	385.52	Z = -7 m	D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
	Max. taglio [kN/m]	358.65	Z = -5.2 m	D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
	SteelWord: massimo struttamento in flessione	0.439	Z = -7 m	D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
	SteelWord: massimo struttamento a taglio	0.288	Z = -5 m	D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)

Risultati puntoni (truss)

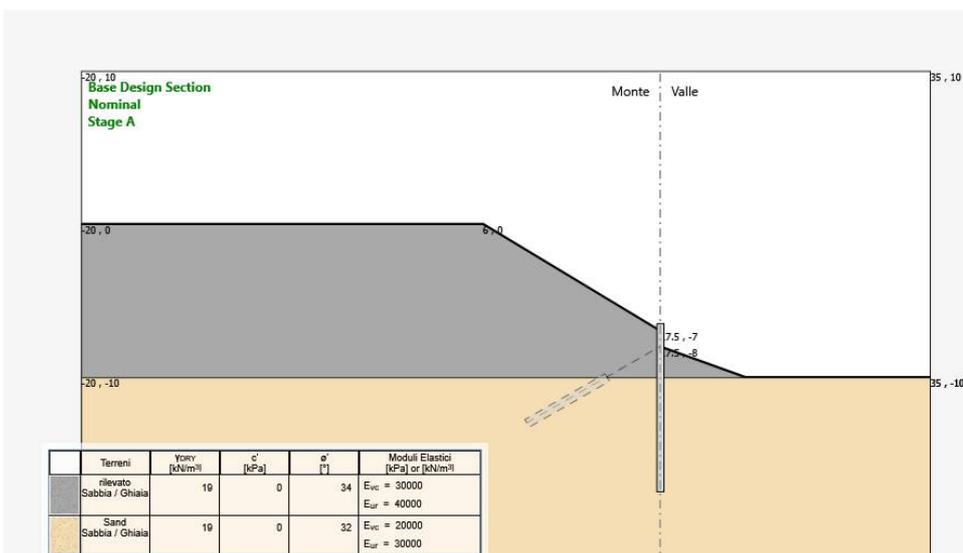
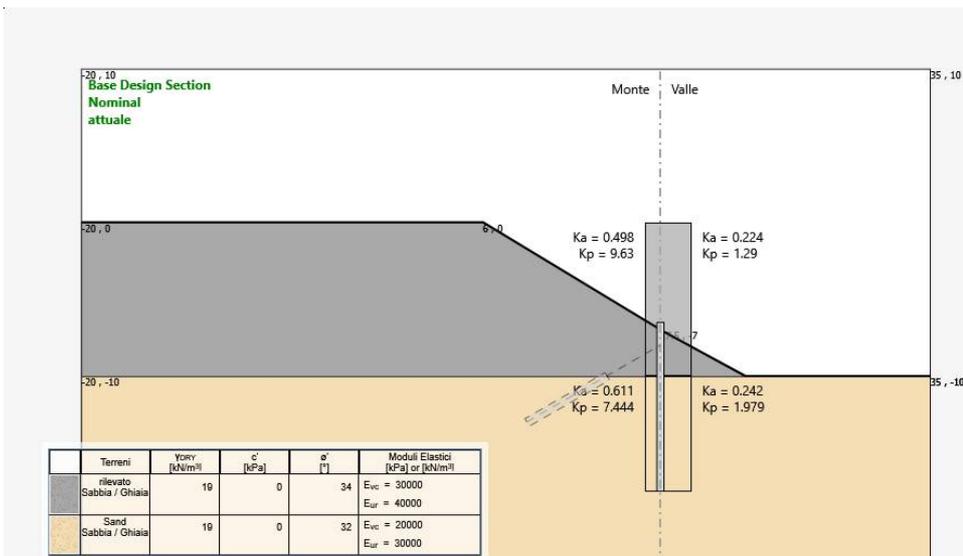
Strut_New (1 / 1.4 m)	Max. forza [kN]	589.27	D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
	Min. forza [kN]	0	D.A. A2+M2+R1 (fase2-1)
	SteelWorld: massimo sfruttamento	0.62	D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
		D60-S355	
	Trave di rip. (Lato SX):Max. coeff. sfrutt.	0.33	STEEL D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
(Default Left Waler 2UPN240-S355)			
	Trave di rip. (Lato DX):Max. coeff. sfrutt.	0.33	STEEL D.A. A2+M2+R1 (fase2-4)
(Default Right Waler 2UPN240-S355)			

8. PALANCOLA TRASVERSALE SPALLA B - STUDIO DI DETTAGLIO

8.1. DESCRIZIONE FASI

Sono prese in considerazione, in successione, le seguenti fasi:

Attuale	Condizioni iniziali
Stage A	Scavo per inserimento tirante attivo
Stage B	Installazione tirante
Scavo	Scavo totale 1° fase per costruzione spalla provvisoria:



Doc. N.

Progetto
INOR

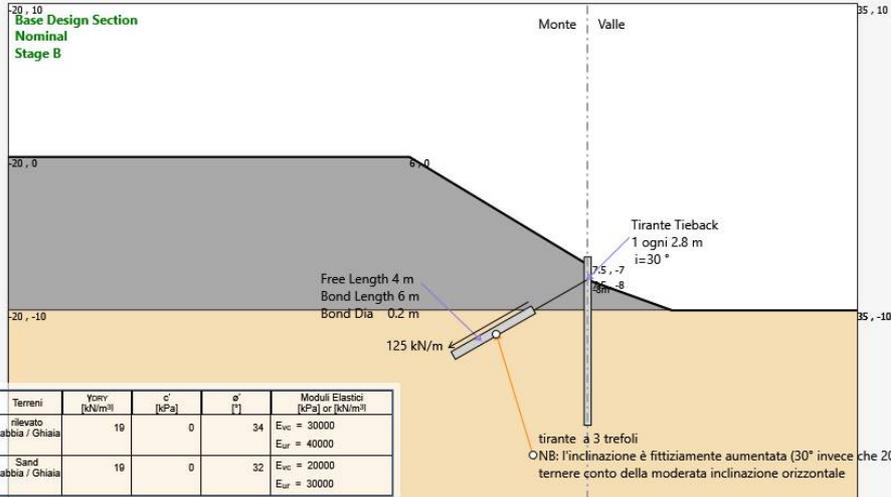
Lotto
12

Codifica Documento
E E2 CL IV 28A 1 001

Rev.
A

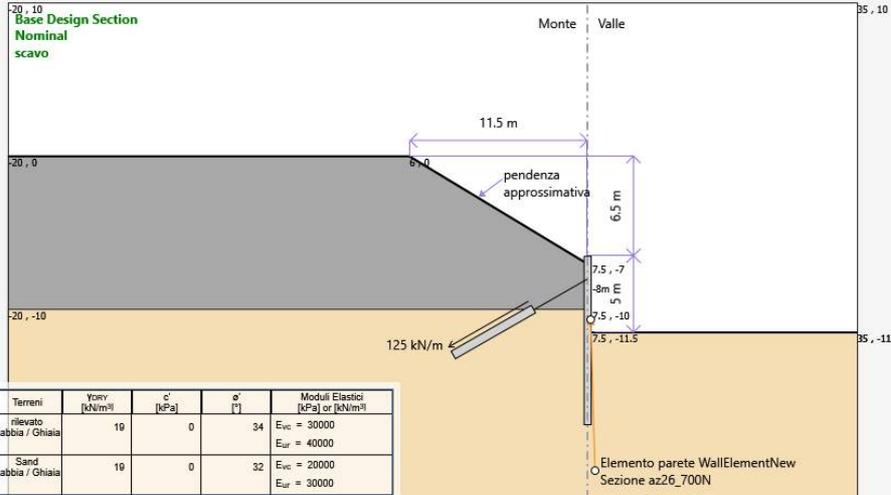
Foglio
22 di 25

20 , 10
Base Design Section
Nominal
Stage B



Terreni	γ_{ov} [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	Moduli Elastici [kPa] or [kN/m ²]
rilevato Sabbia / Ghiaia	19	0	34	$E_{vc} = 30000$ $E_{ur} = 40000$
Sand Sabbia / Ghiaia	19	0	32	$E_{vc} = 20000$ $E_{ur} = 30000$

20 , 10
Base Design Section
Nominal
scavo



Terreni	γ_{ov} [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	Moduli Elastici [kPa] or [kN/m ²]
rilevato Sabbia / Ghiaia	19	0	34	$E_{vc} = 30000$ $E_{ur} = 40000$
Sand Sabbia / Ghiaia	19	0	32	$E_{vc} = 20000$ $E_{ur} = 30000$

8.2. Sintesi risultati

I risultati in forma sintetica sono riassunti nel seguente prospetto, da cui si evince che tutti gli elementi strutturali sono verificati (coefficienti di sfruttamento minori di 1)

Summary for all Design assumptions

Riepilogo per tutte le Design Assumption (DA) attive

Parete <Right wall> *** Attenzione: gli spostamenti relativi alle DA agli Stati Limite Ultimi non sono considerati

Min. spostamento laterale [mm]	-2.94	Z = -6.5 m	D.A. SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (scavo)
Max. spostamento laterale [mm]	8.68	Z = -12.4 m	D.A. SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) (scavo)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.17		D.A. A2+M2+R1 (Stage B)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.59		D.A. A2+M2+R1 (scavo)

Risultati Elementi parete (Beam)

WallElement_New	Max. momento (assoluto) [kNm/m]	205.77	Z = -11 m	D.A. A2+M2+R1 (scavo)
	Max. taglio [kN/m]	112.74	Z = -8.2 m	D.A. A2+M2+R1 (scavo)
	SteelWord: massimo struttamento in flessione	0.234	Z = -11 m	D.A. A2+M2+R1 (scavo)
	SteelWord: massimo struttamento a taglio	0.091	Z = -8 m	D.A. A2+M2+R1 (scavo)

Risultati tiranti

Tieback (1 / 2.8 m)	Max. forza (ass.) [kN]	481.49	D.A. A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (scavo)
	Max. sfruttamento (GEO)	0.97	D.A. A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (scavo)
	Max. sfruttamento (STR)	0.8	D.A. A1+M1+R1 (R3 per tiranti) (scavo)

9. RACCOMANDAZIONI CONCLUSIVE

- Per quanto non esplicitamente menzionato in questo documento oppure non contenute in altri elaborati dedicati, gli eventuali scavi saranno fatti modellando le pareti a scarpa con pendenze pari a:
 - 3H:2V nel caso di terreno prevalentemente ghiaioso e sabbioso
 - 2H:1V nel caso di terreno prevalentemente limoso/argilloso
- Vista la profondità del livello di falda (individuata a profondità variabili ma comunque superiori ai 10m) non si prevede il ricorso a particolari sistemi di evacuazione di acqua dal fondo.
- Si raccomanda comunque di eseguire i pali di fondazioni in assenza di movimenti della falda.
- L'esecuzione dei pali dovrà essere fatta operando da un piano di lavoro posto almeno 2 m al di sopra della quota di imposta del magrone, ossia almeno 2 m al di sopra del fondo scavo massimo. Tale prescrizione, del resto necessaria per poter garantire un'adeguata porzione di getto sacrificale sommitale, si propone anche l'obiettivo di assicurare una migliore stabilità al piede delle palancole, localmente indebolito a causa degli scavi con fanghi. L'approfondimento alla quota finale dello scavo dovrà essere effettuato una volta completata la realizzazione di tutti i pali previsti.
- Il costruttore potrà proporre varianti alla tipologia di palancole qui previste purché siano assicurati inerzie e moduli resistenti paragonabili a quelli qui indicati. Nel caso di utilizzo di palancole a U o Larssen (serie PU o equivalente) dovranno essere prese opportune misure nei riguardi del possibile scorrimento del giunto posto sull'asse neutro della sezione composta.
- Si raccomanda un attento rilievo di eventuali pre-esistenze specie nel caso di interventi che prevedono tirantature in prossimità di strutture esistenti.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due 

ALTA SORVEGLIANZA

 **ITALFERR**
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 CL IV 28A 1 001

Rev.
A

Foglio
25 di 25

10. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

British Steel (1997) "Piling Handbook" 7th ed.

Lancellotta R., (2007) "Lower-bound approach for seismic passive earth resistance",
Géotechnique, Vol. 57, No. 3, pp. 319-321