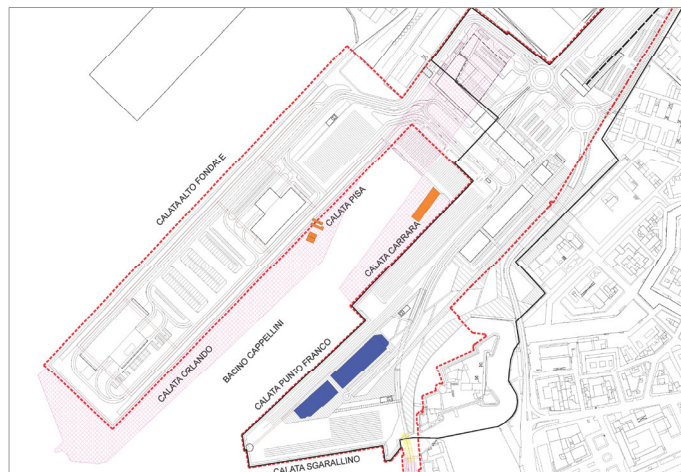




Autorità di Sistema Portuale  
del Mar Tirreno Settentrionale



Porti di Livorno, Piombino,  
Portoferraio, Rio Marina,  
Cavo, Capraia Isola



TIPO: PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

TITOLO:  
ADEGUAMENTO AL PRP DELLE STRUTTURE PORTUALI  
LIMITROFE ALLA STAZIONE MARITTIMA DI LIVORNO  
LAVORI DI RESECAZIONE DELLE BANCHINE PORTUALI

OGGETTO:  
**RELAZIONE SULLE STRUTTURE**

Progettazione

DIREZIONE INFRASTRUTTURE



*Andrea Carli*

Responsabile Unico del Procedimento:  
*Ing. Andrea Carli*

Dirigente responsabile:  
*Ing. Enrico Pribaz*

FORMATO/FORMAT	SCALA/SCALE	COD. ELABORATO	DISEGNO No./DRAWING No.	TAV/PLATE. No.		
A4	1 : 1	01-20-P2000-PF-RS-00		<b>RS-00</b>		
0	Giu. 2020	PRIMA EMISSIONE	CA	CA	EP	
REV.	DATA/DATE	DESCRIZIONE/DESCRIPTION	ESEGUITO/BY	CONTR./CHKD	APPROV.	

## INTRODUZIONE

Nella presente relazione è sviluppato il predimensionamento dei principali elementi strutturali, palancolati metallici e relativi elementi di tirantatura, costituenti le nuove opere di sostegno delle banchine che dovranno essere realizzate al fine di adeguare la geometria dei bacini portuali Cappellini e Firenze alle previsioni del vigente Piano Regolatore Portuale.

Così come meglio descritto negli elaborati progettuali specifici, si procederà alla realizzazione, prevalentemente da terra, con la sola eccezione di un ridotto tratto di palancolato interno al bacino Firenze (di circa 70 ml), dei nuovi diaframmi in palancole di contenimento delle porzioni residuali dei piazzali oggetto delle resecazioni da attuare sulle Calate Alto Fondale, Orlando, Pisa e Carrara.



*Previsione Piano Regolatore Portuale vigente*

In sintesi i principali parametri progettuali sono i seguenti:

- tirante d'acqua di progetto 9m, corrispondente a quella attuale ed a quanto necessario al fine dell'utilizzo del bacino da parte di traghetti e navi da crociera;
- altezza del piano di banchina pari a +2,00 m slm, pari alla quota dei piazzali attuali ed attigui;
- sovraccarico dei piazzali retrostanti le nuove banchine pari a 20 kN/mq;
- arredi di banchina e altre dotazioni funzionali all'utilizzo delle zone di accosto: bitte con tiro utile di 150t posizionate ad interasse 25ml, con previsione di raddoppio ogni 200ml, e parabordi in gomma 1600-800 x 2000mm da installare con passo 14ml.

## **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

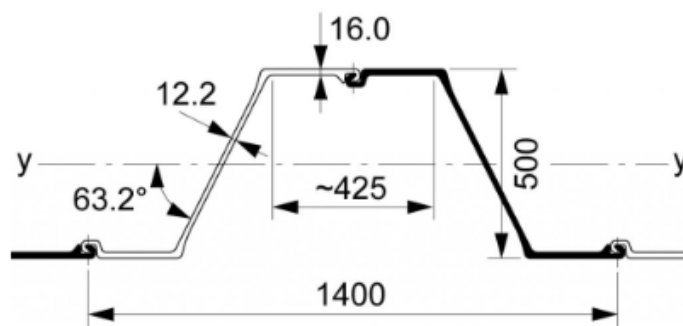
- Decreto Ministeriale (infrastrutture) 17 gennaio 2018, “Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni» (NTC 2018);
- Circolare 21 gennaio 2019, n°7, (GU 11/2/2019 n°35 – suppl. ord. N°5) contenente le Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 14 gennaio 2008;
- Legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 "Norme per il governo del territorio"
- Deliberazione GRT n. 421 del 26.05.2014, classificazione sismica regionale
- Decreto ministeriale (Ministero dei lavori pubblici) 11 marzo 1988, “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 9 gennaio 1996, n. 218/24/3, “Legge 2 febbraio 1974, n. 64;
- Decreto del Ministero dei lavori pubblici 11 marzo 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica”;
- Piano Strutturale e/o Regolamento Urbanistico comunale vigente ed adottato del Comune di Livorno con Del. di Consiglio Comunale n. 160 del 26 Luglio 2018.
- DPGR 30 gennaio 2020, n. 5/R Regolamento di attuazione dell’articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche;

## CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### Strutture in profilato metallico

Palancoato filo sponda: AZ38\_700N\_S355GP (l=24m)

- Modulo elastico  $E=210000 \text{ N/mm}^2$
- Modulo di elasticità trasversale  $G=E/[2(1+\nu)] \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di Poisson  $\nu=0,3$
- Coefficiente di espansione termica lineare  $\alpha=12 \times 10^{-6} \text{ per}^\circ\text{C}^{-1}$
- Densità  $\rho=7850 \text{ kg/mc}$
- Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk}= 355 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk}= 480 \text{ N/mm}^2$

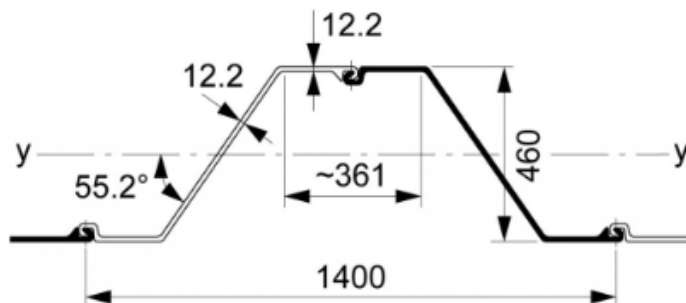


Metric units  Imperial units

### AZ 38-700N

	A	G	$I_y$	$W_{el,y}$	$r_g$	$A_L$
	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	m <sup>2</sup> /m
<b>Per S</b>	161.0	126.4	66 390	2 655	20.31	1.03
<b>Per D</b>	322.0	252.8	132 780	5 310	20.31	2.05
<b>Per m of wall</b>	230.0	180.6	94 840	3 795	20.31	1.47

Dove previsto contropalancoato viene impiegato profilo AZ 26-700



Metric units  Imperial units

## AZ 26-700

	A	G	$I_y$	$W_{el,y}$	$r_g$	$A_L$
	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	m <sup>2</sup> /m
<b>Per S</b>	131.0	102.9	41 800	1 815	17.86	0.97
<b>Per D</b>	262.1	205.7	83 610	3 635	17.86	1.93
<b>Per m of wall</b>	187.2	146.9	59 720	2 600	17.86	1.38

Per entrambe le soluzioni la lunghezza prevista è di circa 24 m.

### Ancoraggio passivo

- barra Dywidag  $\varnothing$  63.5 tipo GEWI del diametro di 63.5 mm in acciaio ad alto limite elastico (tensione caratteristica di rottura  $\geq 550$  N/mm<sup>2</sup>) – qualità acciaio 500/550. I tiranti collegano il palacolato principale al retrostante contropalacolato. Ai fini della ripartizione dei carichi sono fissati tramite doppi laminati tipo UPN300 disposti orizzontalmente ed accoppiati lato anima in acciaio S355J0

### Ancoraggio attivo

Tiranti di ancoraggio del tipo attivo e permanente ai sensi di EN 1537-2002, sarà realizzato con armatura a trefoli compatti di acciaio armonico, ciascuno con le seguenti caratteristiche

- Tensione caratteristica di rottura  $f_{ptk}$  1860 MPa
- Diametro 15.2 mm (0,6")
- Area nominale 165 mm<sup>2</sup>
- tensione effettiva all'1% di allungamento 270 kN
- carico di rottura ( $P_{tk}$ ) 307 kN
- modulo elastico  $E = 196 \pm 10$  KN/mm<sup>2</sup>
- limite elastico convenzionale allo 0,1% ( $P_{t0,1k}$ ) 264 kN
- tensione limite di snervamento  $f_{ptk}$  1670 MPa
- rilassamento dopo 1000 h 0,7 fpt 2,5 %
- rilassamento dopo 1000 h 0,8 fpt 4,5 %
- peso minimo 1289 g/m

La miscela cementizia d'iniezione dovrà avere una resistenza cubica  $R_{ck} \geq 35$  MPa.

Tirante a bulbo profondo iniettato IRS D=22cm con 6 trefoli lunghezza 35m, inclinazione 30°-36° e passo 1,80m, tratto attivo 10m.

Gli ancoraggi devono essere ritesabili.

#### **Calcestruzzo per getti strutturali (UNI EN 206-1)**

- Classi di esposizione ambientale: XS3 (UNI 11104 - prospetto 1)
- Classe di resistenza a compressione minima: C(35/45) (UNI 11104 - prospetto 4)
- Rapporto a/c max: 0,45
- Cemento, min= 360 kg;
- Classi di consistenza: S4
- Diametro massimo aggregati = 30 mm
- Resistenza di calcolo a compressione:  $f_{cd} = 19,8$  N/mm<sup>2</sup>
- Resistenza di calcolo a trazione:  $f_{ct} = 2,25$  N/mm<sup>2</sup>

#### **Acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C zincato a caldo**

- $f_{y,nom} = 450$  N/mm<sup>2</sup>
- $f_{t,nom} = 540$  N/mm<sup>2</sup>
- $(f_{y,mis} / f_{y,nom})_k \leq 1,25$
- $1,15 \leq (f_t / f_y)_k \leq 1,35$
- Copriferro: 5 cm

#### **Strutture di calcestruzzo armato prefabbricate e gettate in opera per trave di coronamento**

Tramite le norme UNI EN 1992-1-1, UNI EN 206-1 e UNI 11104 (la norma di recepimento in Italia della EN 206-1) è possibile definire le caratteristiche minime dei materiali e dei copriferri, parametri essenziali per procedere al dimensionamento degli elementi strutturali.

E' necessario soddisfare il requisito di durabilità, requisito garantito se il tempo  $t_1$  (istante in cui la resistenza strutturale uguaglia l'azione sollecitante) è superiore alla vita utile di progetto tu.

La veletta non strutturale con funzione di copriferro per la trave di coronamento sarà realizzata in calcestruzzo durabile analogo a quello della trave di coronamento con barre, reti e tralici di armatura in acciaio inox AISI 316L.

#### **Bitte Tiro Utile 1500 kN (150 t)**

- Ghisa Bitte : Ghisa EN-GJS-400-15 - UNI EN 1563
- Tirafondi di Ancoraggio Bitte : Acciaio ASTM A193 Gr.B7 o equivalente
- Materiali, Dadi per Tirafondi Bitte : Acciaio ASTM A194 Gr.2H o equivalente
- Laminati a caldo, piastre: Acciaio S355J0 (SBM) EN 10025+A1

## Arredi di banchina

I dispositivi di ancoraggio, le catene, le barre, i grilli della sovrastruttura di banchina dovranno essere, salvo ove diversamente indicato, di acciaio B450C zincato a caldo.

## STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI

Per la descrizione preliminare stratigrafica e geotecnica dei terreni in sito sono stati analizzati i risultati di indagini geognostiche effettuate sulle stesse aree ed in aree limitrofe in occasione di interventi pregressi (vd. Relazione geologico-tecnica).

Le strutture d'interesse insistono su un'area originariamente a matrice paludosa e successivamente bonificata con riporti artificiali, sulle quali le strutture portuali sono state edificate con materiali di riempimento di inerti naturali e in parte di origine antropica. I sondaggi disponibili evidenziano che la successione litostratigrafica di massima risulta costituita essenzialmente dalle seguenti formazioni:

### **LIVELLO 0** riporto di materiali addensati di varia natura

quote: da -0.50 a -3.00 m dal p.c.

$\gamma$  saturo (t/mc): 1.8-1.9

$\Phi^\circ$  : 30

C (kg/cmq): 0

modulo elastico stimato E: 7,0 ÷ 10,0 Mpa

### **LIVELLO A** sabbie miste ad inerti

quote: da -3.00 a -5.00 m dal p.c.

$\gamma$  saturo (t/mc): 1,7

$\Phi^\circ$  : 28

C (kg/cmq): 0

modulo elastico stimato E: 14,0 Mpa

### **LIVELLO B** alternanza di sabbie limose ed argille limose

quote: da -5.00 a -8.00/22.00 m dal p.c.

$\gamma$  saturo (t/mc): 1.9/2.0

$\Phi^\circ$  : 35

C (kg/cmq): 0

modulo elastico stimato E: 14,0 ÷ 18,0 Mpa

### **LIVELLO C** argille ed argille limose a buona consistenza

quote: da -22 a -27 m dal p.c.

$\gamma$  saturo (t/mc): 1.9/2.0

$\Phi^\circ$  : 35

C (kg/cmq): 0

modulo elastico stimato E: 16,0 ÷ 18,0 Mpa

## AZIONI DI PROGETTO

Le azioni di progetto si distinguono in azioni permanenti (G), azioni variabili (Q), azioni eccezionali (A) e sismiche (E).

Le azioni permanenti sono date dalla spinta delle terre, dal peso della struttura, dall'acqua [G1] e dalla trave di coronamento [G2].

Le azioni variabili sono date dalla destinazione d'uso del piazzale (deposito/ transito mezzi) e dal tiro bitta.

### **Azioni permanenti: acqua [G1]**

Il livello medio mare viene mantenuto costante pari a 0 m s.l.m.m.

### **Azioni permanenti non strutturali: trave di coronamento [G2]**

La trave è schematizzabile come un forza verticale puntuale applicata alla stessa quota del tirante.

Essendo la sezione della trave pari a circa 4.8 mq e considerato un peso medio del c.a. pari a 25 kN/mc, si ha che la forza peso della trave è pari a 120 kN/m. Tale carico agendo verticalmente non è considerato nell'analisi della palancola essendo dello stesso ordine di grandezza del peso proprio del palancolato (circa 43 kN/m)

### **Azioni variabili: deposito cantieristica [Qk1]**

I piazzali retrostanti la banchina saranno adibiti a parcheggio e transito mezzi, in relazione a tale destinazione è stato adottato un carico distribuito rappresentativo pari a 20kN/mq .

### **Azioni variabili: tiro bitta [Qk2]**

Il tiro dovuto all'ormeggio di un'imbarcazione su una bitta risulta inclinato di circa 30°. A favore di sicurezza in quanto più gravosa per gli ancoraggi, si dimensionerà l'opera di sostegno applicando lungo l'asse rappresentato dalla linea congiungente le teste dei tiranti, un carico dovuto al tiro bitta, come carico uniformemente distribuito.

Il tiro dovuto al posizionamento di bitte da 1500 kN con un passo di 25 m è considerato applicando un carico orizzontale distribuito pari a 60 kN/m.

### **Azione sismica:**

Per l'analisi sismica verrà applicato il **metodo pseudo-statico** in cui l'azione sismica viene simulata da forze statiche (costanti nel tempo); i coefficienti di proporzionalità, detti coefficienti sismici (**Ch** coefficiente sismico orizzontale, **Cv** coefficiente sismico verticale), verranno calcolati in funzione dei parametri di localizzazione, categoria del sottosuolo e categoria topografica.

Il coefficiente di combinazione  $\psi_2$  (variabile tra 0 e 1) utilizzato, data la concomitanza di sovraccarichi accidentali q, dipende dalla probabilità che ci sia contemporaneità tra evento sismico e presenza di sovraccarico saltuario; esso è tanto più basso quanto meno probabile è tale contemporaneità (valori indicativi di 0,0-0,2 si possono assumere per traffico veicolare).

### **Parametri sismici del sito**

Longitudine(°)=10,2982 - Latitudine(°)=43,5530

Classe II - Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente.



Vita nominale 50 anni

Categoria sottosuolo C

Categoria topografica T1

Periodo di riferimento 50 anni

Coefficiente Cu 1.0

I relativi parametri degli spettri di risposta orizzontali elastici per i vari Stati Limite sono riportati nel seguente tabulato di calcolo.

VITA NOMINALE:

50 (anni)

CLASSE DI UTILIZZO:

Classe III

VITA DI RIFERIMENTO:

75

SPETTRO:

SLV 10%

PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO DELLA VITA DI RIFERIMENTO:

10 %

PERIODO DI RITORNO

712 (anni)

LATITUDINE:

43.55300

LONGITUDINE:

10.29828

#### **RISULTATI:**

AG/G:

**0.1299**

F0:

**2.47**

TC:

**0.27**

#### **VERIFICHE**

In allegato seguono le verifiche svolte con il Software Paratie Plus di Harpaceas sia del palancoato con tirante che di quello con contropalancoato.

# Report di Calcolo- palancola tipo 1 (tirantata)

## 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 della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 2 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -3 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -5 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -20 m

OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	$\phi'$	$\phi$	$c$	Su	Modulo Elastico	Eu	Evc	Eur	Ah	Av	exp Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur	
		kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°	°	°	kPa	kPa		kPa	kPa			kPa			kPa	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>
1	Riporto	18	18	30		0		Constant	8000	16000										
2	Sabbia miste ad inerti	17	17	28		0		Constant	14000	28000										
3	Alternanza sabbie limose	19	19	35		0		Constant	15000	30000										
4	Argille Limose	19	19	35		0		Constant	17000	34000										

## Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 2 m

Quota di fondo : -22 m

Muro di sinistra

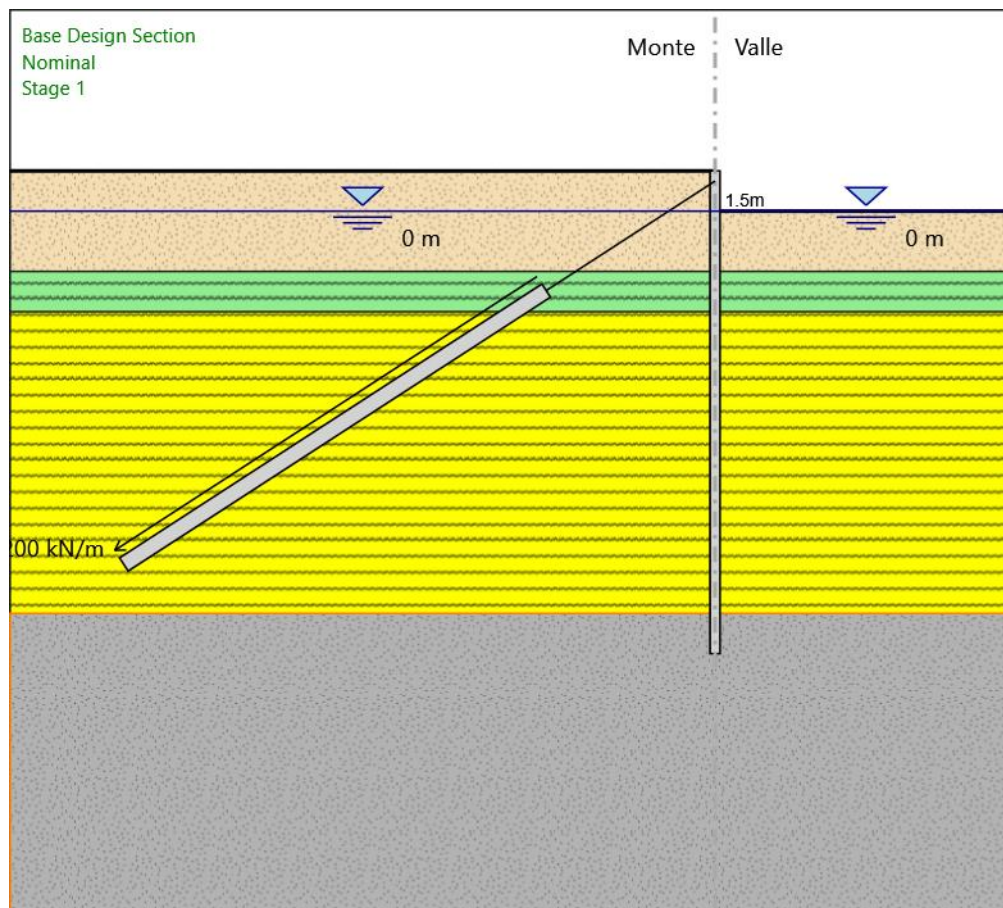
Sezione : Palancola AZ38-700

Area equivalente : 0.023 m

Inerzia equivalente : 0.0009 m<sup>4</sup>/m

## Fasi di Calcolo

### Stage 1



### Stage 1

#### Elementi strutturali

Paratia : Palancola

X : 0 m

Quota in alto : 2 m

Quota di fondo : -22 m

Sezione : Palancola AZ38-700

Tirante : Tirante

X : 0 m

Z : 1.5 m

Lunghezza bulbo : 25 m

Diametro bulbo : 0.22 m

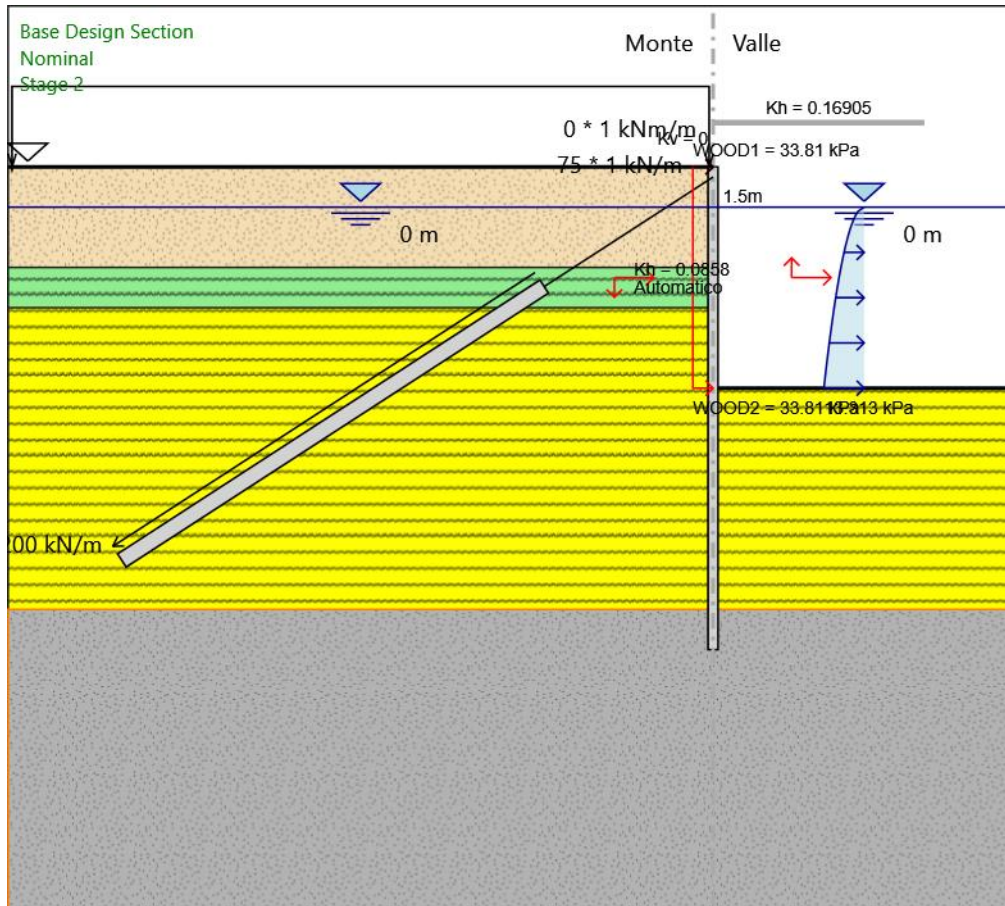
Lunghezza libera : 10 m

Spaziatura orizzontale : 1.8 m

Precarico : 360 kN

Angolo : 33 °  
 Sezione : 6 trefoli  
 Tipo di barre : Barre trefoli  
 Numero di barre : 6  
 Diametro : 0.01331 m  
 Area : 0.000834 m<sup>2</sup>

## Stage 2



## Stage 2

### Elementi strutturali

Paratia : Palancola

X : 0 m

Quota in alto : 2 m

Quota di fondo : -22 m

Sezione : Palancola AZ38-700

Tirante : Tirante

X : 0 m

Z : 1.5 m

Lunghezza bulbo : 25 m

Diametro bulbo : 0.22 m

Lunghezza libera : 10 m  
 Spaziatura orizzontale : 1.8 m  
 Precarico : 360 kN  
 Angolo : 33 °  
 Sezione : 6 trefoli  
 Tipo di barre : Barre trefoli  
 Numero di barre : 6  
 Diametro : 0.01331 m  
 Area : 0.000834 m<sup>2</sup>

## Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Per- manenti (F_dead_lo ad_unfa- vour)	Carichi Per- manenti (F_dead_lo ad_favour)	Carichi Va- riabili Sfa- vorevoli (F_live_loa d_unfa- vour)	Carichi Va- riabili Fa- vorevoli (F_live_loa d_favour)	Carico Si- smico (F_seism_ load)	Pres sioni Lato Mon te (F_	Pres sioni Lato Vall e (F_	Carichi Perma- nenti De- stabiliz- zanti (F_UPL_G DStab)	Carichi Perma- nenti Sta- bilizzanti (F_UPL_G Stab)	Carichi Va- riabili De- stabiliz- zanti (F_UPL_Q DStab)	Carichi Perma- nenti De- stabiliz- zanti (F_HYD_G DStab)	Carichi Perma- nenti Sta- bilizzanti (F_HYD_G Stab)	Carichi Va- riabili De- stabiliz- zanti (F_HYD_Q DStab)
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018 : SLE (Rara/Fr equente /Quasi Perma- nente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018 : A1+M1+ R1 (R3 per ti- ranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018 : A2+M2+ R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018 : SI- SMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018 : SI- SMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Nome	Parziale su tan( $\phi'$ ) (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_{qu}$	$\gamma_\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1.2	1.1	1

## Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stage 1 Stage 2
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V
NTC2018: A2+M2+R1	V
NTC2018: SISMICA STR	V
NTC2018: SISMICA GEO	V

## Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

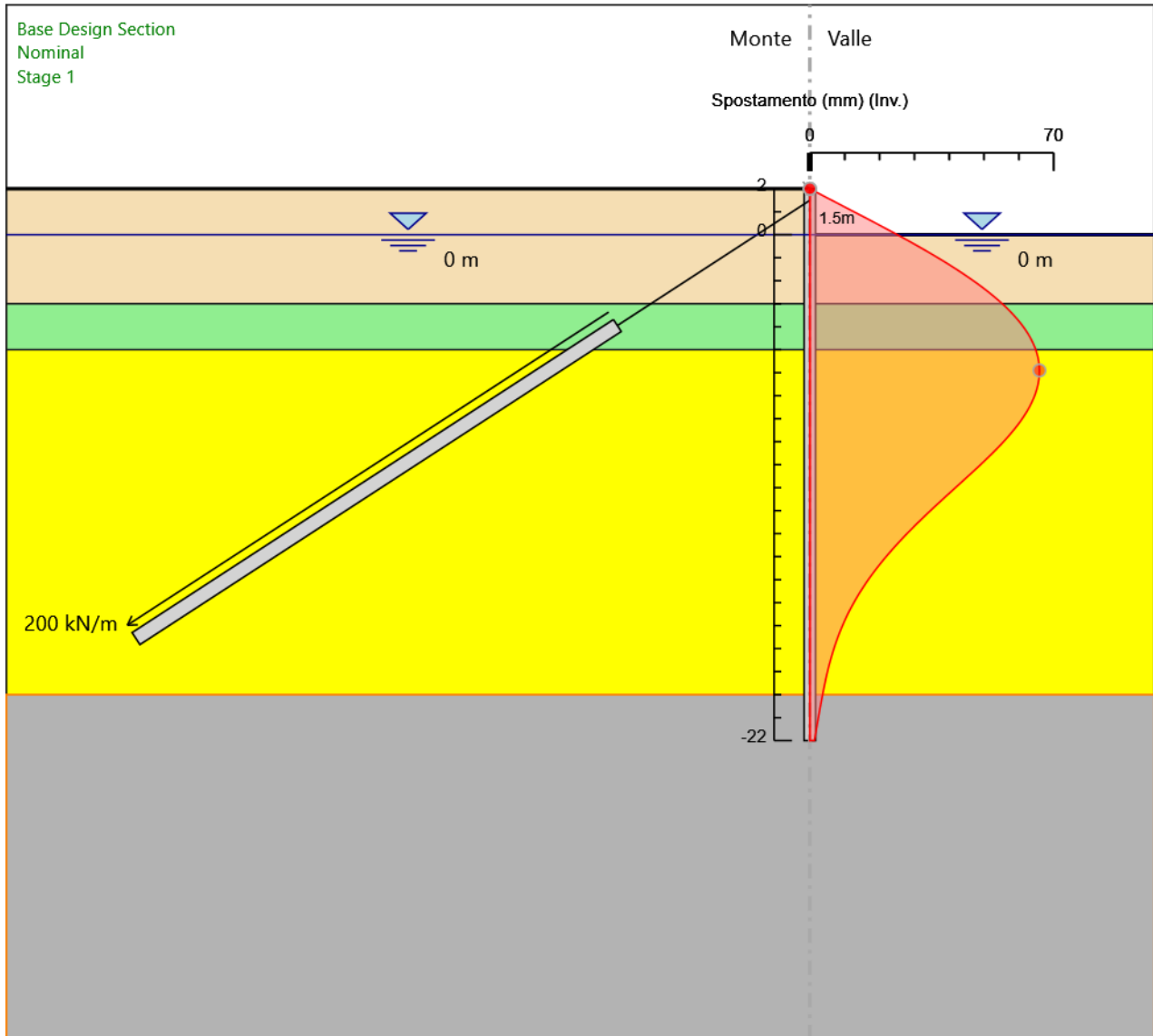
### Tabella Inviluppi Spostamento Palanca

Selected Design Assumptions Inviluppi: Spostamento Muro: LEFT		
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
2	-0.014	0
1.999	0	0
1.8	0	2.512
1.6	0	5.041
1.5	0	6.308
1.3	0	8.846
1.1	0	11.386
0.9	0	13.921
0.7	0	16.446
0.5	0	18.955
0.3	0	21.443
0.1	0	23.904
-0.1	0	26.333
-0.3	0	28.725
-0.5	0	31.076
-0.7	0	33.38
-0.9	0	35.633
-1.1	0	37.83
-1.3	0	39.968
-1.5	0	42.043
-1.7	0	44.05
-1.9	0	45.985
-2.1	0	47.846
-2.3	0	49.629
-2.5	0	51.33
-2.7	0	52.948
-2.9	0	54.478
-3.1	0	55.92
-3.3	0	57.269
-3.5	0	58.525
-3.7	0	59.686
-3.9	0	60.749
-4.1	0	61.714
-4.3	0	62.58
-4.5	0	63.345
-4.7	0	64.009
-4.9	0	64.572
-5.1	0	65.034
-5.3	0	65.395
-5.5	0	65.655
-5.7	0	65.815
-5.9	0	65.876
-6.1	0	65.839
-6.3	0	65.705
-6.5	0	65.476
-6.7	0	65.154
-6.9	0	64.74
-7.1	0	64.237
-7.3	0	63.647
-7.5	0	62.973
-7.7	0	62.218
-7.9	0	61.384
-8.1	0	60.477
-8.3	0	59.499
-8.5	0	58.454
-8.7	0	57.347
-8.9	0	56.182
-9.1	0	54.964
-9.3	0	53.698
-9.5	0	52.389
-9.7	0	51.044
-9.9	0	49.666
-10.1	0	48.263

Selected Design Assumptions Involuppi: Spostamento		Muro: LEFT
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
-10.3	0	46.839
-10.5	0	45.4
-10.7	0	43.951
-10.9	0	42.497
-11.1	0	41.042
-11.3	0	39.59
-11.5	0	38.146
-11.7	0	36.712
-11.9	0	35.293
-12.1	0	33.89
-12.3	0	32.508
-12.5	0	31.148
-12.7	0	29.814
-12.9	0	28.506
-13.1	0	27.227
-13.3	0	25.979
-13.5	0	24.764
-13.7	0	23.581
-13.9	0	22.434
-14.1	0	21.322
-14.3	0	20.246
-14.5	0	19.207
-14.7	0	18.205
-14.9	0	17.242
-15.1	0	16.316
-15.3	0	15.428
-15.5	0	14.577
-15.7	0	13.765
-15.9	0	12.989
-16.1	0	12.25
-16.3	0	11.547
-16.5	0	10.88
-16.7	0	10.246
-16.9	0	9.647
-17.1	0	9.08
-17.3	0	8.544
-17.5	0	8.039
-17.7	0	7.562
-17.9	0	7.113
-18.1	0	6.69
-18.3	0	6.291
-18.5	0	5.915
-18.7	0	5.559
-18.9	0	5.224
-19.1	0	4.905
-19.3	0	4.603
-19.5	0	4.315
-19.7	0	4.04
-19.9	0	3.775
-20.1	0	3.52
-20.3	0	3.272
-20.5	0	3.031
-20.7	0	2.796
-20.9	0	2.564
-21.1	0	2.335
-21.3	0	2.108
-21.5	0	1.882
-21.7	0	1.657
-21.9	0	1.432
-22	0	1.32



# Grafico Inviluppi Spostamento



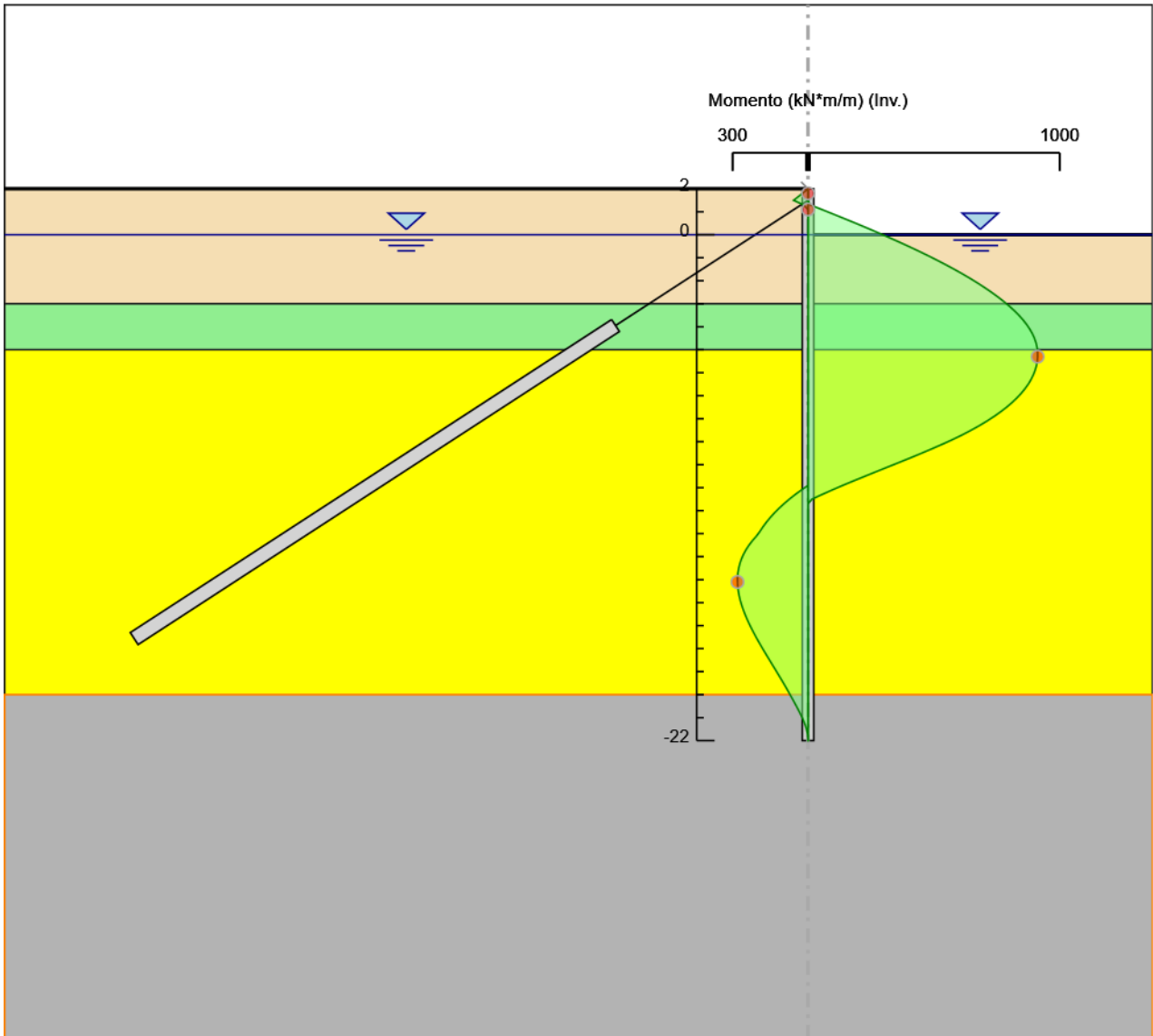
Spostamento

## Tabella Involuppi Momento Palancola

Z (m)	Selected Design Assumptions	
	Involuppi: Momento	Muro: Palancola
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
2	0	0
1.8	22.674	0
1.6	45.756	0
1.5	57.474	0
1.3	18.247	8.173
1.1	0	54.467
0.9	0	100.176
0.7	0	145.241
0.5	0	189.604
0.3	0	233.209
0.1	0	275.997
-0.1	0	317.911
-0.3	0	358.866
-0.5	0	398.776
-0.7	0	437.581
-0.9	0	475.228
-1.1	0	511.664
-1.3	0	546.842
-1.5	0	580.715
-1.7	0	613.236
-1.9	0	644.362
-2.1	0	674.047
-2.3	0	702.249
-2.5	0	728.925
-2.7	0	754.033
-2.9	0	777.53
-3.1	0	799.376
-3.3	0	819.412
-3.5	0	837.6
-3.7	0	853.9
-3.9	0	868.273
-4.1	0	880.679
-4.3	0	891.082
-4.5	0	899.442
-4.7	0	905.72
-4.9	0	909.88
-5.1	0	911.884
-5.3	0	912.13
-5.5	0	910.582
-5.7	0	907.204
-5.9	0	901.962
-6.1	0	894.818
-6.3	0	885.738
-6.5	0	874.686
-6.7	0	861.628
-6.9	0	846.527
-7.1	0	829.349
-7.3	0	810.059
-7.5	0	788.622
-7.7	0	765.003
-7.9	0	739.168
-8.1	0	711.082
-8.3	0	680.711
-8.5	0	648.02
-8.7	0	612.974
-8.9	0	575.54
-9.1	0	535.685
-9.3	0	494.093
-9.5	0	451.09
-9.7	0	407.002
-9.9	0	362.158
-10.1	0	316.886
-10.3	0	271.51
-10.5	0	226.358
-10.7	0	181.757
-10.9	0	138.034
-11.1	26.47	95.517

Selected Design Assumptions Z (m)	Muro: Palanca	
	Inviluppi: Momento Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-11.3	51.47	54.532
-11.5	74.652	15.407
-11.7	96.081	0
-11.9	115.819	0
-12.1	133.927	0
-12.3	150.465	0
-12.5	165.493	0
-12.7	179.068	0
-12.9	191.247	0
-13.1	204.792	0
-13.3	220.913	0
-13.5	234.853	0
-13.7	246.721	0
-13.9	256.622	0
-14.1	264.662	0
-14.3	270.942	0
-14.5	275.563	0
-14.7	278.622	0
-14.9	280.215	0
-15.1	280.434	0
-15.3	279.37	0
-15.5	277.112	0
-15.7	273.744	0
-15.9	269.352	0
-16.1	264.015	0
-16.3	257.813	0
-16.5	250.823	0
-16.7	243.12	0
-16.9	234.776	0
-17.1	225.861	0
-17.3	216.445	0
-17.5	206.594	0
-17.7	196.372	0
-17.9	185.845	0
-18.1	175.073	0
-18.3	164.115	0
-18.5	153.032	0
-18.7	141.879	0
-18.9	130.714	0
-19.1	119.59	0
-19.3	108.562	0
-19.5	97.683	0
-19.7	87.004	0
-19.9	76.577	0
-20.1	66.485	0
-20.3	56.426	0
-20.5	46.513	0
-20.7	36.856	0
-20.9	27.706	0
-21.1	19.384	0
-21.3	12.211	0
-21.5	6.479	0
-21.7	2.428	0
-21.9	0.279	0
-22	0	0

# Grafico Involuppi Momento



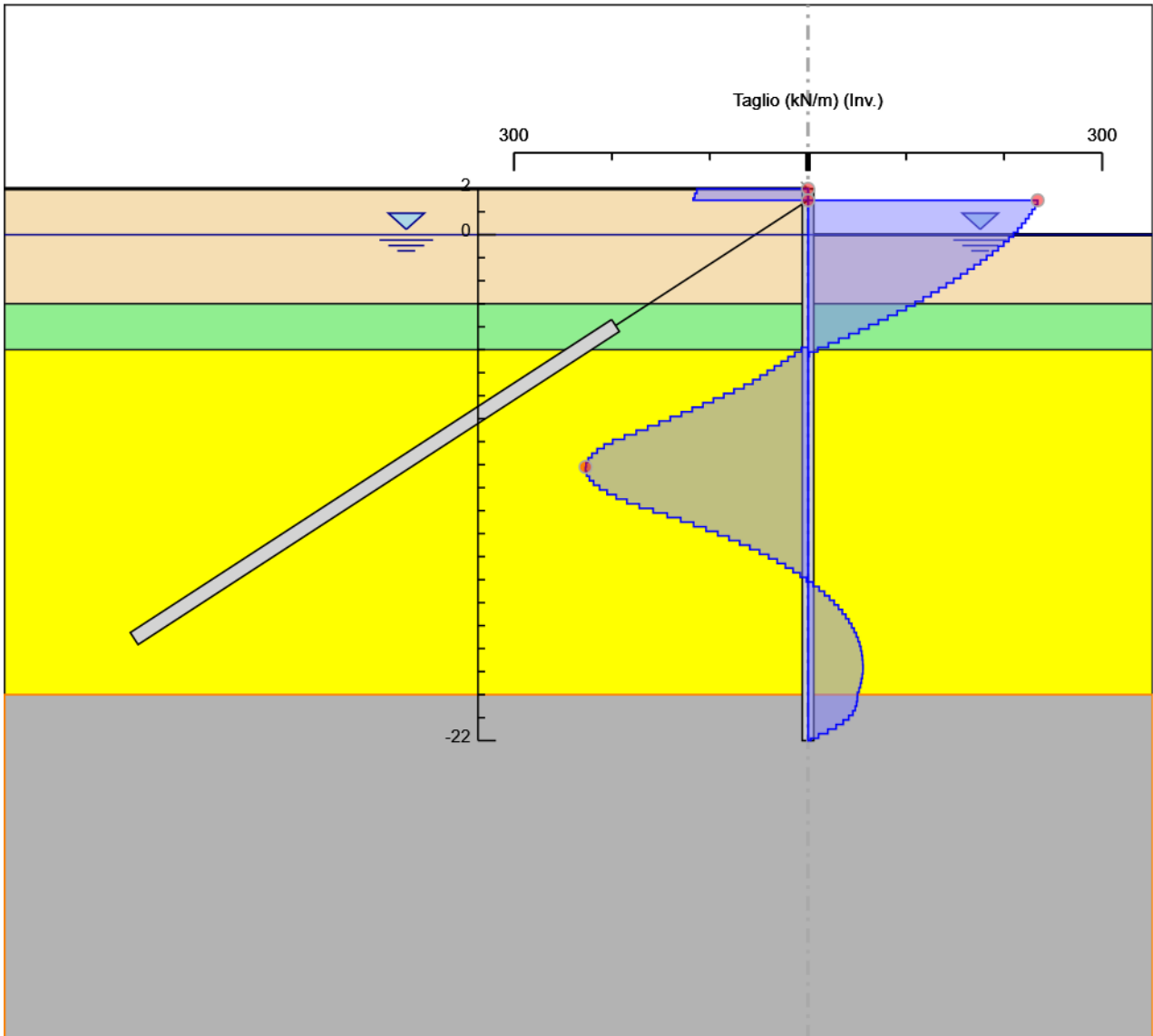
Momento

## Tabella Inviluppi Taglio Palancola

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Taglio	Muro: Palancola
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
2	113.368	0
1.8	115.411	0
1.6	117.177	0
1.5	117.177	234.114
1.3	0	234.114
1.1	0	231.473
0.9	0	228.543
0.7	0	225.324
0.5	0	221.818
0.3	0	218.023
0.1	0	213.94
-0.1	0	209.568
-0.3	0	204.777
-0.5	0	199.551
-0.7	0	194.026
-0.9	0	188.231
-1.1	0	182.182
-1.3	0	175.891
-1.5	0	169.364
-1.7	0	162.608
-1.9	0	155.627
-2.1	0	148.427
-2.3	0	141.01
-2.5	0	133.379
-2.7	0	125.537
-2.9	0	117.486
-3.1	0	109.229
-3.3	0	100.183
-3.5	0	90.939
-3.7	0	81.499
-3.9	0	71.863
-4.1	0	62.034
-4.3	0	52.012
-4.5	0	41.798
-4.7	0	31.394
-4.9	6.866	20.8
-5.1	13.552	10.017
-5.3	20.366	1.229
-5.5	27.306	0
-5.7	34.373	0
-5.9	41.567	0
-6.1	48.888	0
-6.3	56.336	0
-6.5	65.294	0
-6.7	75.504	0
-6.9	85.89	0
-7.1	96.451	0
-7.3	107.186	0
-7.5	118.094	0
-7.7	129.175	0
-7.9	140.429	0
-8.1	151.857	0
-8.3	163.456	0
-8.5	175.227	0
-8.7	187.169	0
-8.9	199.275	0
-9.1	207.964	0
-9.3	215.017	0
-9.5	220.436	0
-9.7	224.22	0
-9.9	226.368	0
-10.1	226.882	0
-10.3	226.882	0
-10.5	225.76	0
-10.7	223.004	0
-10.9	218.612	0
-11.1	212.586	0

Selected Design Assumptions Z (m)	Muro: Palancola	
	Inviluppi: Taglio Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-11.3	204.924	0
-11.5	195.628	0
-11.7	184.696	0
-11.9	172.129	0
-12.1	157.928	0
-12.3	143.588	0
-12.5	129.838	0
-12.7	116.671	0
-12.9	104.082	0
-13.1	92.063	0
-13.3	80.605	0
-13.5	69.699	0
-13.7	59.337	0
-13.9	49.507	0
-14.1	40.199	0
-14.3	31.402	0
-14.5	23.105	0
-14.7	15.296	0
-14.9	7.963	0
-15.1	1.757	5.319
-15.3	0	11.293
-15.5	0	16.837
-15.7	0	21.964
-15.9	0	26.684
-16.1	0	31.009
-16.3	0	34.95
-16.5	0	38.517
-16.7	0	41.721
-16.9	0	44.572
-17.1	0	47.081
-17.3	0	49.255
-17.5	0	51.104
-17.7	0	52.637
-17.9	0	53.862
-18.1	0	54.787
-18.3	0	55.418
-18.5	0	55.763
-18.7	0	56.036
-18.9	0	56.036
-19.1	0	55.957
-19.3	0	55.393
-19.5	0	54.397
-19.7	0	53.395
-19.9	0	52.137
-20.1	0	50.46
-20.3	0	50.292
-20.5	0	49.565
-20.7	0	48.284
-20.9	0	45.753
-21.1	0	41.61
-21.3	0	35.863
-21.5	0	28.66
-21.7	0	20.256
-21.9	0	10.744
-22	0	2.788

# Grafico Involuppi Taglio



Taglio

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva
				%
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 2	Palancola	LEFT	9.21
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 2	Palancola	RIGHT	32.94

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva
				%
NTC2018: SISMICA STR	Stage 2	Palancola	LEFT	101.89
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 2	Palancola	RIGHT	393.93

## Inviluppo Verifiche Tiranti (su tutte le D.A. attive)

Tipo Risultato: Verifiche Tiranti									
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	Design Assumption
Tirante	Stage 2	676.484	959.931	1211.113	0.705	0.559			NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

## VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

E' eseguito con modulo interno al software per la combinazione A2+M2+R2 (con coefficiente pari a 1.1) e per SISMA GEO. Il palancolato viene ignorato come elemento geometrico resistente (a favore di sicurezza).

La verifica su una serie di superfici critiche evidenzia un coefficiente superiore rispetto a 1.1 per entrambe le condizioni come da figure che seguono



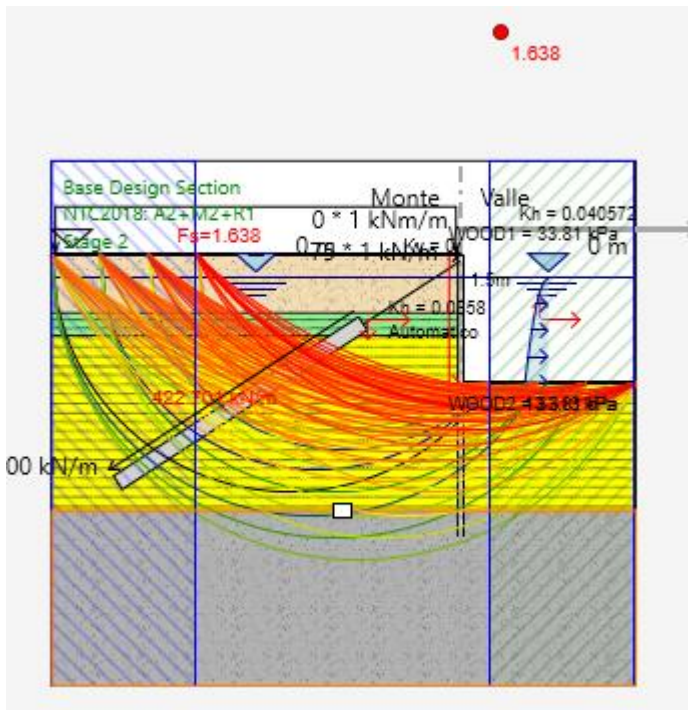


Figura 1 Verifica per A2+M2+R2

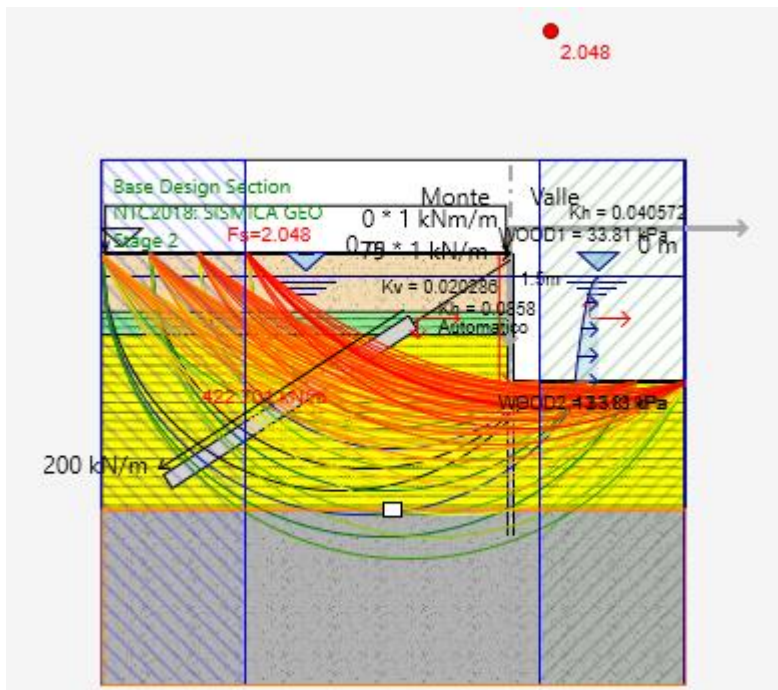


Figura 2 Verifica per SISMICA GEO

## VERIFICA PALANCOLATO

### MATERIALI

$$E := 210000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\nu := 0.3$$

$$G := \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} = 8.077 \times 10^4 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{yk} := 355 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \varepsilon := \sqrt{\frac{235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{f_{yk}}} = 0.814$$

$$f_{tk} := 510 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_{M0} := 1.05$$

### CARATTERISTICHE DEL PALANCOLATO (AZ 38-700N)

$$\text{Area} \quad A_p := 230 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$t_w := 12.2 \cdot \text{mm}$$

$$t_f := 16 \cdot \text{mm}$$

$$h := 500 \cdot \text{mm}$$

$$B := 700 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Area al taglio} \quad A_v := \frac{t_w \cdot (h - t_f)}{B} = 84.354 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$\text{Momento di inerzia} \quad W_{el} := 3795 \cdot \frac{\text{cm}^3}{\text{m}}$$

La tipologia di sezione come da produttore è definita in classe 2

Cautelativamente si esegue verifica con il modulo elastico

### SOLLECITAZIONI PALANCOLATO

Momento massimo sollecitante combinazione A2+M2+R1

$$M_{yd} := 912.2 \cdot \frac{\text{kN}\cdot\text{m}}{\text{m}}$$

Taglio massimo sollecitante combinazione A2+M2+R1

$$V_{yd} := (234.14 + 117.77) \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

### VERIFICA

Momento	$M_R := W_{el} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$	$\frac{M_{yd}}{M_R} = 0.711$
Taglio	$V_R := \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$	$\frac{V_{yd}}{V_R} = 0.214$

**Calcolo tiranti**

Interasse tiranti	i =	1800 mm
Tiro di 1 tirante	T =	31189,3 Kg/m
Inclinazione del tirante		33 °
Tiro totale del tirante	Tt	66,9 t
<b>Caratteristiche del terreno</b>		
Dislivello tra terreno di monte e terreno di valle (m)		11
Angolo di attrito nello strato di valle	$\phi$ =	35 °
Tratto di lunghezza libero del tirante	$L_p$ =	10,0 m
Livello falda	$L_f$ =	2 m
Accelerazione massima attesa al suolo	$A_{max}$ =	0,212
Lunghezza del tirante	L =	35 m
Quota del tirante	Q =	0,5 m
Diametro di perforazione	$D_p$ =	0,22 m
Coefficiente di resa bulbo	cb =	1,5
Superficie del tirante	S =	1,04 m <sup>2</sup> /m
Inclinazione del tirante	$\alpha$ =	0,58 rad
Proiezione in altezza del tirante	h =	19,06 m
Quota del tirante dal piano campagna		19,56 m
Quota del tirante da cui inizia ad essere passivo		5,95 m

Profondità del primo strato	1	5 m	Riporto
Profondità del secondo strato	2	7 m	Sabbia miste ad inerti
Profondità del terzo strato	3	22 m	Alternanze sabbie limose
Profondità del quarto strato	4	40 m	Argille limose
Profondità del quinto strato	5	60 m	Argille limose

## Dati strati

N°	$\gamma$	$\phi$	Cu (t/mq)	$\sigma_t$	$\sigma_w$	$\sigma_{eff}$
1	1800	30		9000	3000	6000
2	1700	28		12400	5000	7400
3	1900	35		40900	20000	20900
4	1900	35		75100	38000	37100
5	1900	35		113100	58000	55100

LUNGHEZZA PASSIVA 25,0 m

## ADERENZA MALTA CALCESTRUZZO

Rck	15	N/mm2
ftck	1,06	N/mm2
fbk	2,39	N/mm2
$\gamma_c$	1,5	
numero trefoli	6	
diametro trefolo	0,0152	m
$\omega$	0,625	
LUNGHEZZA FONDAZIONE MINIMA PER ADERENZA	2,35	m

## RESISTENZA DELLA MALTA

LUNGHEZZA FONDAZIONE MINIMA PER MALTA 0,40604457 m

Z	Num. Strato	gamma	phi	Ca (Aderenza terreno tirante) t/m2	Cu	$\sigma_t$	$\sigma_w$ (kg/mq)	$\sigma_{eff}$ (kg/mq)	$\delta$	Cond. Drenate			
										Profondità tirante	Resistenza laterale a riposo (t/m2)	Tiro totale tirante (t)	
0	1	1800	30	30	2	0	0,0	0	0	30	0	0,0	0,0
0,5	1	1800	30	30	2	0	900,0	0	900	30	0	0,3	0,0
1	1	1800	30	30	2	0	1800	0	1800	30	0	0,5	0,0
1,5	1	1800	30	30	2	0	2700	0	2700	30	0	0,8	0,0
2	1	1800	30	30	2	0	3600	0	3600	30	0	1,0	0,0
2,5	1	1800	30	30	2	0	4500	500	4000	30	0	1,2	0,0
3	1	1800	30	30	2	0	5400	1000	4400	30	0	1,3	0,0
3,5	1	1800	30	30	2	0	6300	1500	4800	30	0	1,4	0,0
4	1	1800	30	30	2	0	7200	2000	5200	30	0	1,5	0,0
4,5	1	1800	30	30	2	0	8100	2500	5600	30	0	1,6	0,0
5	1	1800	30	30	2	0	9000	3000	6000	30	0	1,7	0,0
5,5	2	1700	28	28	2	0	9850	3500	6350	28	0	1,8	0,0
6	2	1700	28	28	2	0	10700	4000	6700	28	6	1,9	3,7
6,5	2	1700	28	28	2	0	11550	4500	7050	28	6,5	2,0	7,4
7	2	1700	28	28	2	0	12400	5000	7400	28	7	2,1	11,2
7,5	3	1900	35	35	2	0	13350	5500	7850	35	7,5	2,3	15,3
8	3	1900	35	35	2	0	14300	6000	8300	35	8	2,5	19,5
8,5	3	1900	35	35	2	0	15250	6500	8750	35	8,5	2,6	23,8
9	3	1900	35	35	2	0	16200	7000	9200	35	9	2,7	28,2
9,5	3	1900	35	35	2	0	17150	7500	9650	35	9,5	2,9	32,8
10	3	1900	35	35	2	0	18100	8000	10100	35	10	3,0	37,5
10,5	3	1900	35	35	2	0	19050	8500	10550	35	10,5	3,2	42,4
11	3	1900	35	35	2	0	20000	9000	11000	35	11	3,3	47,3
11,5	3	1900	35	35	2	0	20950	9500	11450	35	11,5	3,4	52,4
12	3	1900	35	35	2	0	21900	10000	11900	35	12	3,6	57,6
12,5	3	1900	35	35	2	0	22850	10500	12350	35	12,5	3,7	63,0
13	3	1900	35	35	2	0	23800	11000	12800	35	13	3,8	68,5
13,5	3	1900	35	35	2	0	24750	11500	13250	35	13,5	4,0	74,1
14	3	1900	35	35	2	0	25700	12000	13700	35	14	4,1	79,8
14,5	3	1900	35	35	2	0	26650	12500	14150	35	14,5	4,2	85,7
15	3	1900	35	35	2	0	27600	13000	14600	35	15	4,4	91,7
15,5	3	1900	35	35	2	0	28550	13500	15050	35	15,5	4,5	97,8
16	3	1900	35	35	2	0	29500	14000	15500	35	16	4,6	104,0
16,5	3	1900	35	35	2	0	30450	14500	15950	35	16,5	4,8	110,4
17	3	1900	35	35	2	0	31400	15000	16400	35	17	4,9	116,9
17,5	3	1900	35	35	2	0	32350	15500	16850	35	17,5	5,0	123,5
18	3	1900	35	35	2	0	33300	16000	17300	35	18	5,2	130,3
18,5	3	1900	35	35	2	0	34250	16500	17750	35	18,5	5,3	137,2
19	3	1900	35	35	2	0	35200	17000	18200	35	19	5,4	144,2
19,5	3	1900	35	35	2	0	36150	17500	18650	35	19,5	5,6	151,3
20	3	1900	35	35	2	0	37100	18000	19100	35	0	5,7	0,0
20,5	3	1900	35	35	2	0	38050	18500	19550	35	0	5,8	0,0
21	3	1900	35	35	2	0	39000	19000	20000	35	0	6,0	0,0
21,5	3	1900	35	35	2	0	39950	19500	20450	35	0	6,1	0,0
22	3	1900	35	35	2	0	40900	20000	20900	35	0	6,2	0,0
22,5	4	1900	35	35	2	0	41850	20500	21350	35	0	6,4	0,0
23	4	1900	35	35	2	0	42800	21000	21800	35	0	6,5	0,0
23,5	4	1900	35	35	2	0	43750	21500	22250	35	0	6,6	0,0
24	4	1900	35	35	2	0	44700	22000	22700	35	0	6,8	0,0
24,5	4	1900	35	35	2	0	45650	22500	23150	35	0	6,9	0,0
25	4	1900	35	35	2	0	46600	23000	23600	35	0	7,0	0,0
25,5	4	1900	35	35	2	0	47550	23500	24050	35	0	7,2	0,0
26	4	1900	35	35	2	0	48500	24000	24500	35	0	7,3	0,0
26,5	4	1900	35	35	2	0	49450	24500	24950	35	0	7,4	0,0
27	4	1900	35	35	2	0	50400	25000	25400	35	0	7,6	0,0
27,5	4	1900	35	35	2	0	51350	25500	25850	35	0	7,7	0,0
28	4	1900	35	35	2	0	52300	26000	26300	35	0	7,9	0,0
28,5	4	1900	35	35	2	0	53250	26500	26750	35	0	8,0	0,0
29	4	1900	35	35	2	0	54200	27000	27200	35	0	8,1	0,0
29,5	4	1900	35	35	2	0	55150	27500	27650	35	0	8,3	0,0
30	4	1900	35	35	2	0	56100	28000	28100	35	0	8,4	0,0
30,5	4	1900	35	35	2	0	57050	28500	28550	35	0	8,5	0,0
31	4	1900	35	35	2	0	58000	29000	29000	35	0	8,7	0,0
31,5	4	1900	35	35	2	0	58950	29500	29450	35	0	8,8	0,0
32	4	1900	35	35	2	0	59900	30000	29900	35	0	8,9	0,0

MEDIA 12,75 MASSIMO 151,3

**CALCOLO DEL TIRO RESISTENTE DI PROGETTO CONDIZIONI DRENATE**

Verifica di Sicurezza SLU (punto 6.6.2 NTC)

**RESISTENZE**

NUMERI PROFILI DI INDAGINE		<b>1</b>	
Fattori di correlazione relativo a n°1 profili di indagine	$\xi_{a3}$	<b>1,80</b>	
	$\xi_{a4}$	<b>1,80</b>	
Coefficiente parziale per la resistenza degli ancoraggi permanenti	$\gamma_{Ra,p}$	<b>1,2</b>	
Tiro totale di Calcolo	Rac1	151,3	t
	Rac2		t
	Rac3		
Tiro resistente caratteristico medio ( $S_{medio}/\xi_{a3}$ )	$R_{acmedio}/\xi_{a3}$	84,1	t
Tiro resistente caratteristico minimo ( $Min(Rac)/\xi_{a4}$ )	$R_{acmin}/\xi_{a4}$	84,1	t
Tiro resistente di progetto	$Min/\gamma_{Ra,p}$	70,1	t

**AZIONI**

Azione di progetto	<b>66,9</b>	t
--------------------	-------------	---

VERIFICA

SODDISFATTA

# Report di Calcolo- palancola tipo 2 (contropalancolato)

## Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 2 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -3 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -5 m

OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL

Quota : -20 m

OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	$\phi'$	$\phi$	$c_v$	$\phi_p$	$c'$	Su	Modulo Elastico	Eu	Evc	Eur	Ah	Av	exp Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur		
		kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°	°	°		kPa	kPa		kPa	kPa	kPa			kPa			kPa	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	
1	Riporto	18	18	30				0		Constant	8000	16000											
2	Sabbia miste ad inerti	17	17	28				0		Constant	11400	28000											
3	Alternanza sabbie limose	19	19	35				0		Constant	15000	30000											
4	Argille Limose	19	19	35				0		Constant	17000	34000											

## ***Descrizione Pareti***

X : -25 m

Quota in alto : 2 m

Quota di fondo : -24 m

Muro di sinistra

Sezione : AZ26-700N

Area equivalente : 0.0176 m

Inerzia equivalente : 0.0006 m<sup>4</sup>/m

Profilo palanca : AZ 26-700N

X : 0 m

Quota in alto : 2 m

Quota di fondo : -24 m

Muro di destra

Sezione : AZ38-700N

Area equivalente : 0.023 m

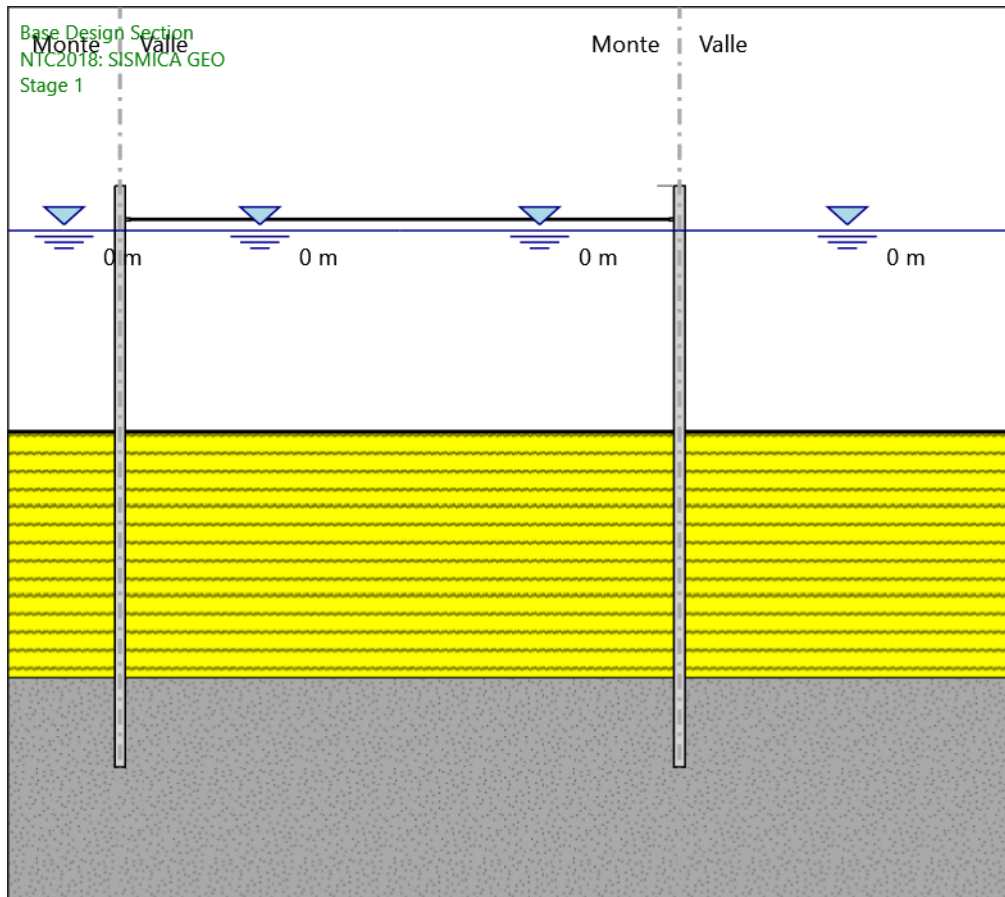
Inerzia equivalente : 0.0009 m<sup>4</sup>/m

Profilo palanca : AZ 38-700N



## Fasi di Calcolo

### Stage 1



### Stage 1

#### Elementi strutturali

Paratia : Contropalancola

X : -25 m

Quota in alto : 2 m

Quota di fondo : -24 m

Sezione : AZ26-700N

Paratia : Palancola

X : 0 m

Quota in alto : 2 m

Quota di fondo : -24 m

Sezione : AZ38-700N

Puntone : Tirante

X del primo muro : -25 m

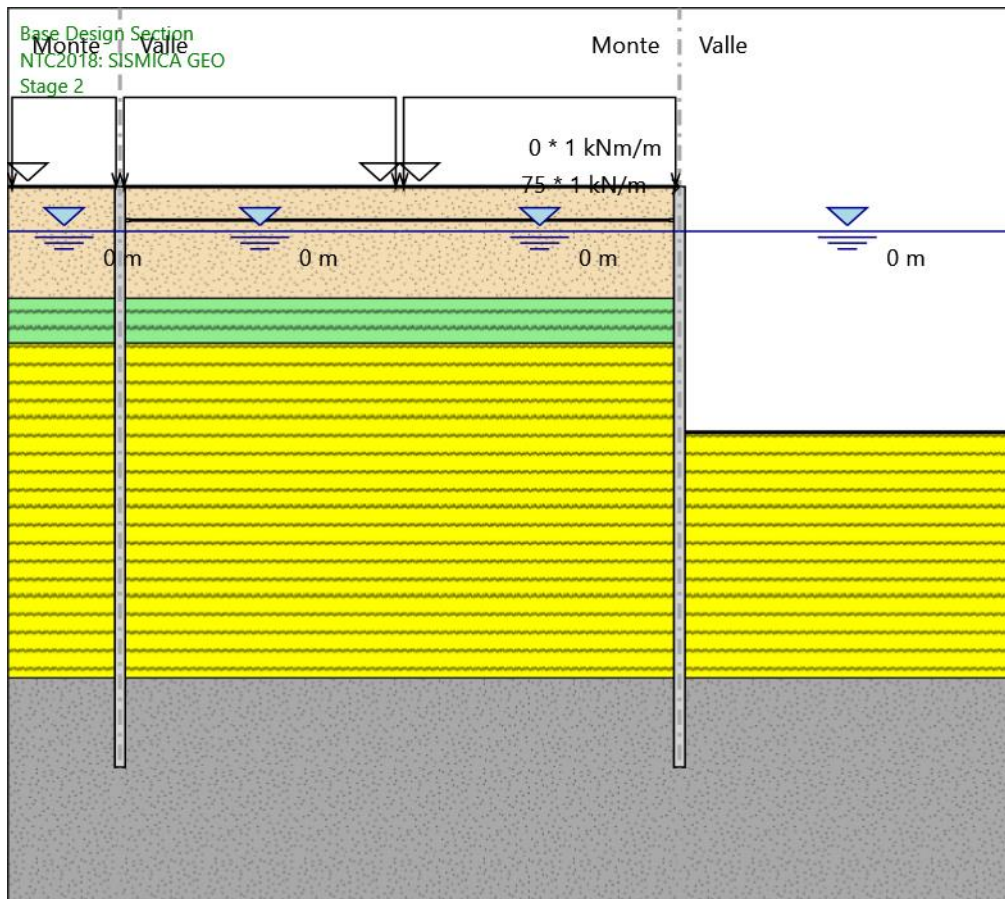
X del secondo muro : 0 m

Z : 0.5 m

Lunghezza : 25 m

Angolo : 0 °  
Sezione : Dywidag DN63

## Stage 2



## Stage 2

### Elementi strutturali

Paratia : Contropalancola

X : -25 m

Quota in alto : 2 m

Quota di fondo : -24 m

Sezione : AZ26-700N

Paratia : Palancola

X : 0 m

Quota in alto : 2 m

Quota di fondo : -24 m

Sezione : AZ38-700N

Puntone : Tirante

X del primo muro : -25 m

X del secondo muro : 0 m

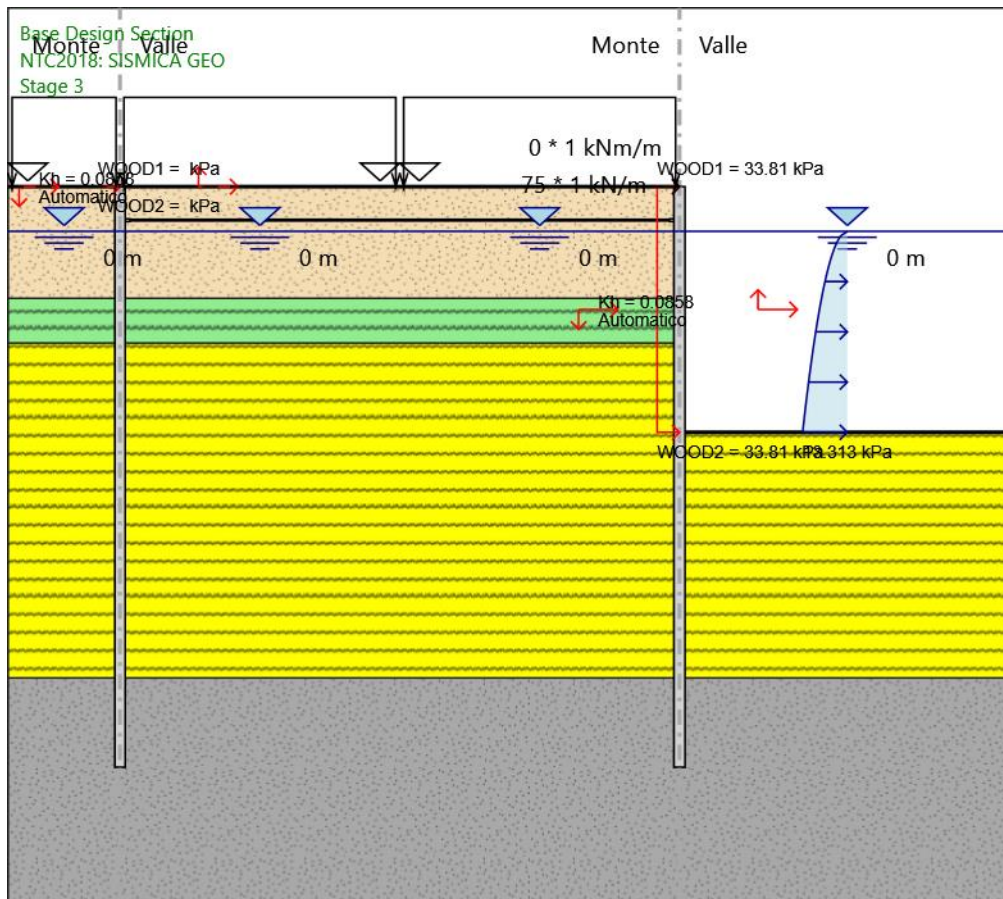
Z : 0.5 m

Lunghezza : 25 m

Angolo : 0 °

Sezione : Dywidag DN63

### Stage 3



### Stage 3

#### Elementi strutturali

Paratia : Contropalancola

X : -25 m

Quota in alto : 2 m

Quota di fondo : -24 m

Sezione : AZ26-700N

Paratia : Palancola

X : 0 m

Quota in alto : 2 m

Quota di fondo : -24 m

Sezione : AZ38-700N

Puntone : Tirante

X del primo muro : -25 m

X del secondo muro : 0 m

Z : 0.5 m

Lunghezza : 25 m

Angolo : 0 °

## Descrizione Coefficienti Design Assumption

### Coefficienti A

Nome	Carichi Per- manenti Sfavorevoli (F_dead_lo ad_unfa- vour)	Carichi Per- manenti Favorevoli (F_dead_lo ad_favour)	Carichi Va- riabili Sfa- vorevoli (F_live_loa d_unfa- vour)	Carichi Va- riabili Fa- vorevoli (F_live_loa d_favour)	Carico Si- smico (F_seism_ load)	Pres sioni Lato Mon te (F_ Wa- terD R)	Pres sioni Lato Vall e (F_ Wa- ter Res)	Carichi Perma- nenti De- stabiliz- zanti (F_UPL_G DStab)	Carichi Perma- nenti Sta- bilizzanti (F_UPL_G Stab)	Carichi Va- riabili De- stabiliz- zanti (F_UPL_Q DStab)	Carichi Perma- nenti De- stabiliz- zanti (F_HYD_G DStab)	Carichi Perma- nenti Sta- bilizzanti (F_HYD_G Stab)	Carichi Va- riabili De- stabiliz- zanti (F_HYD_Q DStab)
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018 : SLE (Rara/Fr equente /Quasi Perma- nente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018 : A1+M1+ R1 (R3 per ti- ranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018 : A2+M2+ R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018 : SI- SMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018 : SI- SMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

### Coefficienti M

Nome	Parziale su $\tan(\phi')$ (F_Fr)	Parziale su $c'$ (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_{qu}$	$\gamma_\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1

### Coefficienti R

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1.2	1.1	1

## Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

### Tabella Inviluppi Spostamento Contropalanca

Selected Design Assumptions Inviluppi: Spostamento		Muro: LEFT
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
2	0	289.699
1.8	0	283.782
1.6	0	277.864
1.4	0	271.943
1.2	0	266.019
1	0	260.087
0.8	0	254.144
0.6	0	248.185
0.5	0	245.198
0.3	0	239.207
0.1	0	233.202
-0.1	0	227.192
-0.3	0	221.188
-0.5	0	215.196
-0.7	0	209.225
-0.9	0	203.282
-1.1	0	197.374
-1.3	0	191.507
-1.5	0	185.687
-1.7	0	179.918
-1.9	0	174.206
-2.1	0	168.555
-2.3	0	162.97
-2.5	0	157.453
-2.7	0	152.008
-2.9	0	146.638
-3.1	0	141.347
-3.3	0	136.136
-3.5	0	131.007
-3.7	0	125.963
-3.9	0	121.006
-4.1	0	116.137
-4.3	0	111.358
-4.5	0	106.668
-4.7	0	102.071
-4.9	0	97.566
-5.1	0	93.155
-5.3	0	88.838
-5.5	0	84.615
-5.7	0	80.488
-5.9	0	76.455
-6.1	0	72.519
-6.3	0	68.678
-6.5	0	64.934
-6.7	0	61.286
-6.9	0	57.735
-7.1	0	54.282
-7.3	0	50.926
-7.5	0	47.67
-7.7	0	44.512
-7.9	0	41.455
-8.1	0	38.499
-8.3	0	35.645
-8.5	0	32.896
-8.7	0	30.251
-8.9	0	27.713
-9.1	0	25.284
-9.3	0	22.964
-9.5	0	20.756
-9.7	0	18.66
-9.9	0	16.679
-10.1	0	14.814
-10.3	0	13.064



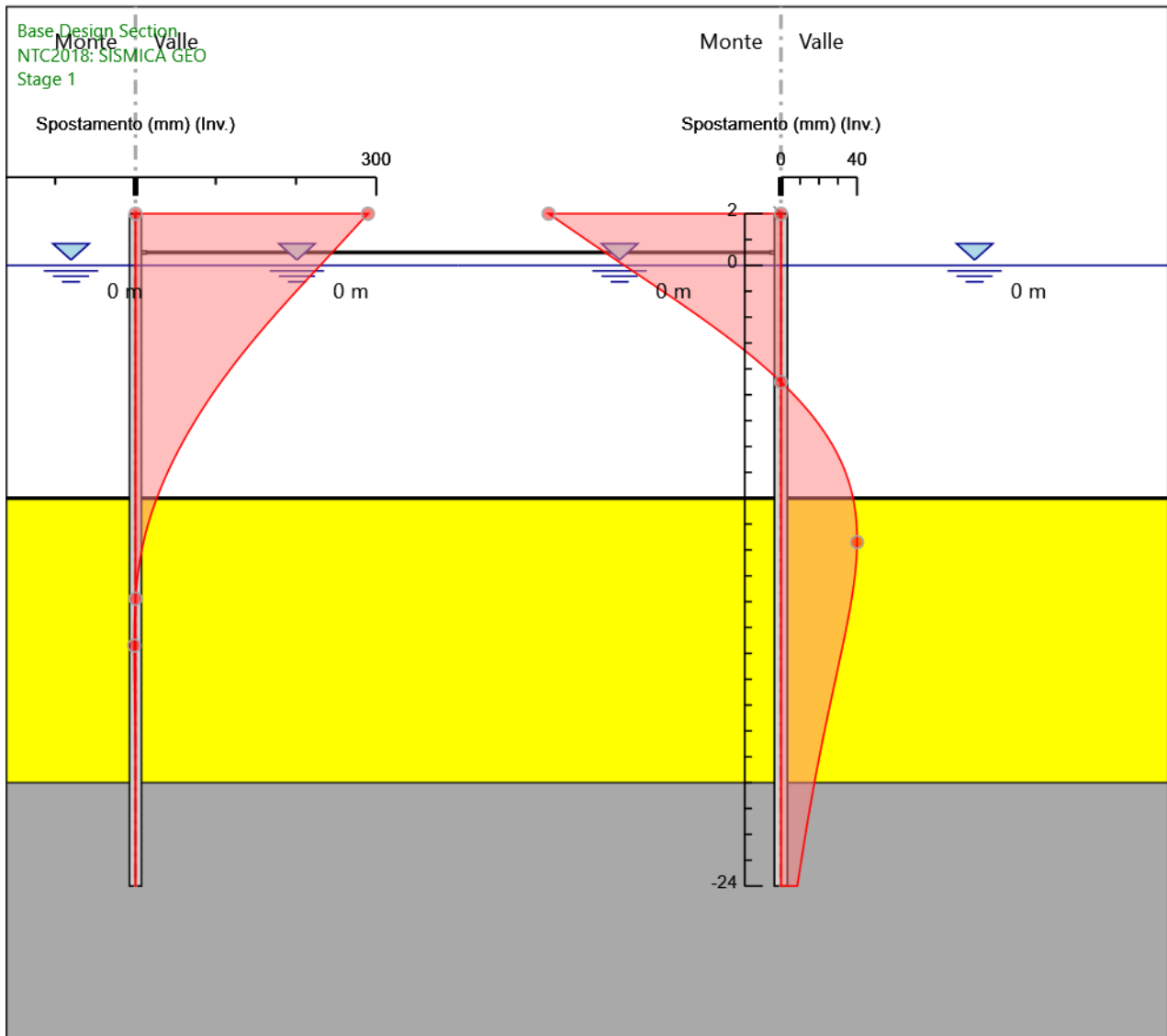
Selected Design Assumptions Involuppi: Spostamento		Muro: LEFT
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
-10.5	0	11.43
-10.7	0	9.91
-10.9	0	8.503
-11.1	0	7.207
-11.3	0	6.019
-11.5	0	4.936
-11.7	0	3.955
-11.9	0	3.071
-12.1	0	2.281
-12.3	0	1.58
-12.5	0	0.964
-12.7	0	0.428
-12.885	0	0
-12.9	-0.034	0
-13.1	-0.426	0
-13.3	-0.753	0
-13.5	-1.022	0
-13.7	-1.237	0
-13.9	-1.403	0
-14.1	-1.526	0
-14.3	-1.611	0
-14.5	-1.661	0
-14.7	-1.683	0
-14.9	-1.679	0
-15.1	-1.653	0
-15.3	-1.61	0
-15.5	-1.551	0
-15.7	-1.481	0
-15.9	-1.402	0
-16.1	-1.317	0
-16.3	-1.227	0
-16.5	-1.135	0
-16.7	-1.041	0
-16.9	-0.949	0
-17.1	-0.858	0
-17.3	-0.77	0
-17.5	-0.685	0
-17.7	-0.604	0
-17.9	-0.528	0
-18.1	-0.457	0
-18.3	-0.391	0
-18.5	-0.33	0
-18.7	-0.274	0
-18.9	-0.224	0
-19.1	-0.178	0
-19.3	-0.138	0
-19.5	-0.102	0
-19.7	-0.07	0
-19.9	-0.043	0
-20.1	-0.019	0
-20.295	0	0
-20.3	0	0.001
-20.5	0	0.017
-20.7	0	0.031
-20.9	0	0.042
-21.1	0	0.051
-21.3	0	0.057
-21.5	0	0.062
-21.7	0	0.066
-21.9	0	0.068
-22.1	0	0.069
-22.3	0	0.069
-22.5	0	0.069
-22.7	0	0.067
-22.9	0	0.066
-23.1	0	0.064
-23.3	0	0.062
-23.5	0	0.06
-23.7	0	0.058
-23.9	0	0.056
-24	0	0.055

## Tabella Inviluppi Spostamento Palancola

Selected Design Assumptions Inviluppi: Spostamento Muro: RIGHT		
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
2	-122.03	0
1.8	-118.105	0
1.6	-114.176	0
1.4	-110.241	0
1.2	-106.297	0
1	-102.34	0
0.8	-98.367	0
0.6	-94.375	0
0.5	-92.371	0
0.3	-88.344	0
0.1	-84.301	0
-0.1	-80.246	0
-0.3	-76.187	0
-0.5	-72.13	0
-0.7	-68.082	0
-0.9	-64.05	0
-1.1	-60.038	0
-1.3	-56.054	0
-1.5	-52.102	0
-1.7	-48.189	0
-1.9	-44.32	0
-2.1	-40.5	0
-2.3	-36.734	0
-2.5	-33.026	0
-2.7	-29.383	0
-2.9	-25.807	0
-3.1	-22.303	0
-3.3	-18.876	0
-3.5	-15.528	0
-3.7	-12.264	0
-3.9	-9.087	0
-4.1	-5.999	0
-4.3	-3.004	0
-4.5	-0.104	0
-4.507	0	0
-4.7	0	2.698
-4.9	0	5.401
-5.1	0	8.003
-5.3	0	10.503
-5.5	0	12.898
-5.7	0	15.188
-5.9	0	17.373
-6.1	0	19.451
-6.3	0	21.423
-6.5	0	23.287
-6.7	0	25.044
-6.9	0	26.695
-7.1	0	28.239
-7.3	0	29.678
-7.5	0	31.013
-7.7	0	32.244
-7.9	0	33.374
-8.1	0	34.404
-8.3	0	35.336
-8.5	0	36.173
-8.7	0	36.916
-8.9	0	37.57
-9.1	0	38.136
-9.3	0	38.619
-9.5	0	39.022
-9.7	0	39.349
-9.9	0	39.603
-10.1	0	39.789
-10.3	0	39.91
-10.5	0	39.97
-10.7	0	39.972
-10.9	0	39.921

Selected Design Assumptions Involuppi: Spostamento Muro: RIGHT		
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
-11.1	0	39.819
-11.3	0	39.669
-11.5	0	39.474
-11.7	0	39.238
-11.9	0	38.963
-12.1	0	38.652
-12.3	0	38.308
-12.5	0	37.933
-12.7	0	37.53
-12.9	0	37.102
-13.1	0	36.65
-13.3	0	36.177
-13.5	0	35.685
-13.7	0	35.176
-13.9	0	34.653
-14.1	0	34.116
-14.3	0	33.569
-14.5	0	33.011
-14.7	0	32.446
-14.9	0	31.874
-15.1	0	31.296
-15.3	0	30.715
-15.5	0	30.13
-15.7	0	29.544
-15.9	0	28.956
-16.1	0	28.368
-16.3	0	27.781
-16.5	0	27.195
-16.7	0	26.611
-16.9	0	26.03
-17.1	0	25.451
-17.3	0	24.876
-17.5	0	24.304
-17.7	0	23.737
-17.9	0	23.174
-18.1	0	22.615
-18.3	0	22.062
-18.5	0	21.514
-18.7	0	20.971
-18.9	0	20.433
-19.1	0	19.901
-19.3	0	19.374
-19.5	0	18.854
-19.7	0	18.339
-19.9	0	17.831
-20.1	0	17.328
-20.3	0	16.832
-20.5	0	16.343
-20.7	0	15.859
-20.9	0	15.382
-21.1	0	14.911
-21.3	0	14.446
-21.5	0	13.987
-21.7	0	13.533
-21.9	0	13.084
-22.1	0	12.639
-22.3	0	12.198
-22.5	0	11.761
-22.7	0	11.327
-22.9	0	10.895
-23.1	0	10.465
-23.3	0	10.036
-23.5	0	9.608
-23.7	0	9.18
-23.9	0	8.753
-24	0	8.539

# Grafico Involuppi Spostamento



Spontamento

## Tabella Involuppi Momento Contropalanca

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: Contropalanca
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
2	0	0
1.8	0	2.019
1.6	0	7.96
1.4	0	17.708
1.2	0	31.147
1	0	48.16
0.8	0	68.629
0.6	0	92.436
0.5	0	105.546
0.3	0	61.636
0.1	0	21.229
-0.1	26.994	0
-0.3	58.953	0
-0.5	88.216	0
-0.7	117.926	0
-0.9	146.142	0
-1.1	172.142	0
-1.3	196.056	0
-1.5	218.014	0
-1.7	238.139	0
-1.9	256.553	0
-2.1	273.371	0
-2.3	288.704	0
-2.5	302.658	0
-2.7	315.334	0
-2.9	326.825	0
-3.1	337.222	0
-3.3	346.397	0
-3.5	354.472	0
-3.7	361.559	0
-3.9	367.762	0
-4.1	373.177	0
-4.3	377.893	0
-4.5	381.987	0
-4.7	385.532	0
-4.9	388.592	0
-5.1	391.225	0
-5.3	393.105	0
-5.5	394.427	0
-5.7	395.364	0
-5.9	396.069	0
-6.1	396.696	0
-6.3	397.385	0
-6.5	398.253	0
-6.7	399.396	0
-6.9	400.892	0
-7.1	402.8	0
-7.3	405.165	0
-7.5	408.02	0
-7.7	411.385	0
-7.9	415.269	0
-8.1	419.663	0
-8.3	424.554	0
-8.5	429.923	0
-8.7	435.747	0
-8.9	442.002	0
-9.1	448.66	0
-9.3	455.431	0
-9.5	461.761	0
-9.7	467.096	0
-9.9	470.883	0
<b>-10.1</b>	<b>472.569</b>	<b>0</b>
-10.3	471.601	0
-10.5	467.635	0
-10.7	461.021	0
-10.9	452.083	0
-11.1	441.119	0

Selected Design Assumptions		
Z (m)	Involuppi: Momento Lato sinistro (kN*m/m)	Muro: Contropalanca Lato destro (kN*m/m)
-11.3	428.403	0
-11.5	414.161	0
-11.7	398.553	0
-11.9	381.731	0
-12.1	363.838	0
-12.3	345.007	0
-12.5	325.363	0
-12.7	305.021	0
-12.9	284.085	0
-13.1	262.65	0
-13.3	240.801	0
-13.5	218.904	0
-13.7	197.348	0
-13.9	176.486	0
-14.1	156.576	0
-14.3	137.682	0
-14.5	119.855	0
-14.7	103.13	0
-14.9	89.049	0
-15.1	76.981	0
-15.3	65.703	0
-15.5	55.219	0
-15.7	45.521	0
-15.9	36.599	0
-16.1	28.436	0
-16.3	21.012	0
-16.5	14.306	0
-16.7	8.292	2.501
-16.9	2.947	7.277
-17.1	0	11.202
-17.3	0	14.356
-17.5	0	16.82
-17.7	0	18.67
-17.9	0	19.977
-18.1	0	20.809
-18.3	0	21.232
-18.5	0	21.304
-18.7	0	21.077
-18.9	0	20.599
-19.1	0	19.912
-19.3	0	19.058
-19.5	0	18.46
-19.7	0	17.688
-19.9	0	16.778
-20.1	0	15.76
-20.3	0	14.653
-20.5	0	13.484
-20.7	0	12.277
-20.9	0	11.054
-21.1	0	9.838
-21.3	0	8.65
-21.5	0	7.506
-21.7	0	6.418
-21.9	0	5.398
-22.1	0	4.453
-22.3	0	3.589
-22.5	0	2.812
-22.7	0	2.124
-22.9	0	1.53
-23.1	0	1.03
-23.3	0	0.627
-23.5	0	0.322
-23.7	0	0.117
-23.9	0	0.013
-24	0	0

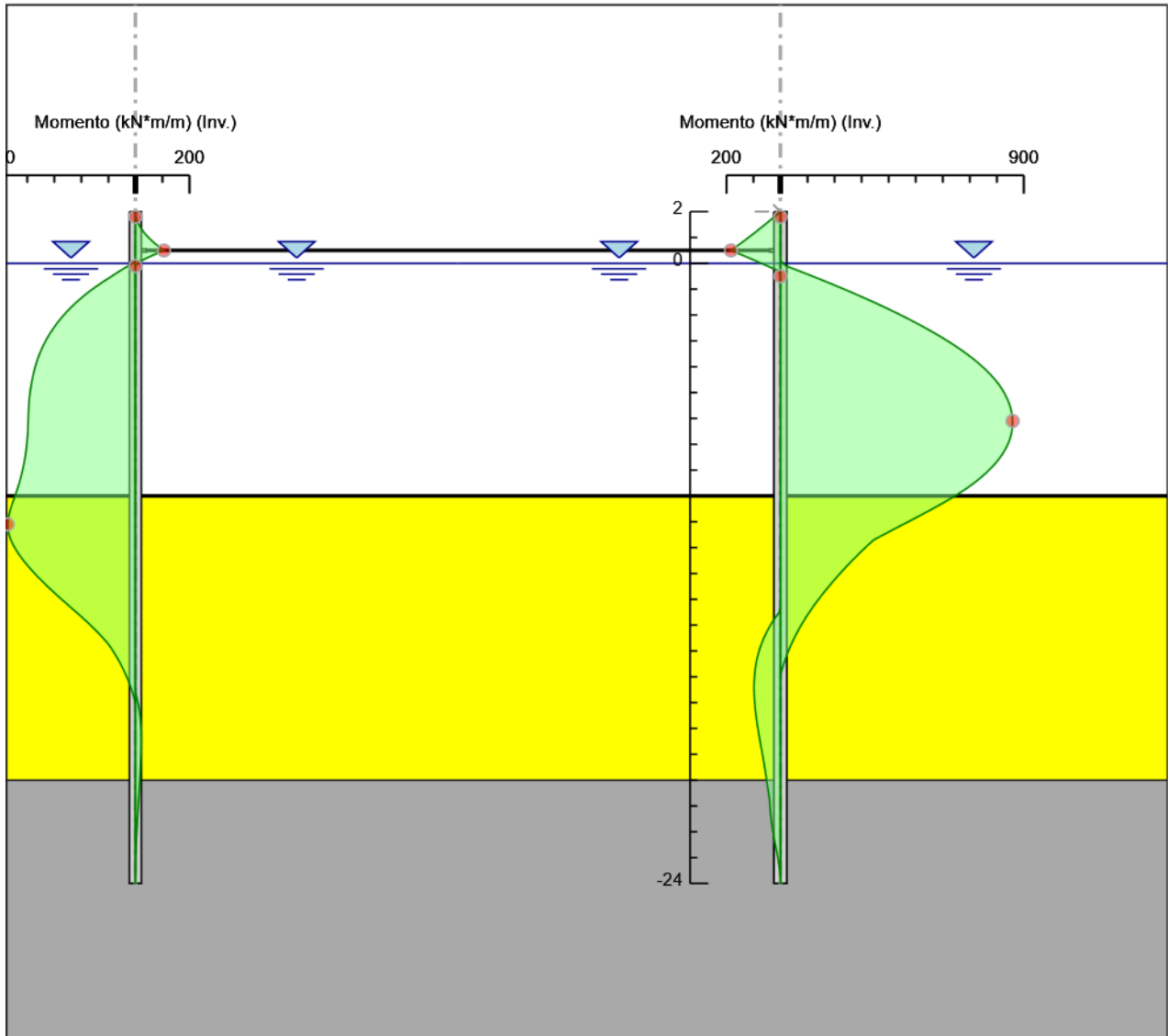
## Tabella Involuppi Momento Palancola

Z (m)	Selected Design Assumptions	
	Involuppi: Momento	Muro: Palancola
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
2	0	0
1.8	22.674	0
1.6	45.758	0
1.4	69.312	0
1.2	93.399	0
1	118.082	0
0.8	143.424	0
0.6	169.485	0
0.5	182.809	0
0.3	137.11	0
0.1	92.288	0
-0.1	48.404	21.152
-0.3	5.503	70.791
-0.5	0	119.385
-0.7	0	166.875
-0.9	0	213.205
-1.1	0	258.326
-1.3	0	302.188
-1.5	0	344.745
-1.7	0	385.95
-1.9	0	425.76
-2.1	0	464.129
-2.3	0	501.015
-2.5	0	536.375
-2.7	0	570.167
-2.9	0	602.348
-3.1	0	632.878
-3.3	0	661.599
-3.5	0	688.471
-3.7	0	713.455
-3.9	0	736.512
-4.1	0	757.602
-4.3	0	776.689
-4.5	0	793.733
-4.7	0	808.696
-4.9	0	821.54
-5.1	0	832.227
-5.3	0	841.157
-5.5	0	848.293
-5.7	0	853.6
-5.9	0	857.041
-6.1	0	858.582
-6.3	0	858.186
-6.5	0	855.818
-6.7	0	851.444
-6.9	0	845.027
-7.1	0	836.533
-7.3	0	825.927
-7.5	0	813.174
-7.7	0	798.239
-7.9	0	781.089
-8.1	0	761.687
-8.3	0	740
-8.5	0	715.993
-8.7	0	689.631
-8.9	0	660.882
-9.1	0	629.711
-9.3	0	596.802
-9.5	0	562.483
-9.7	0	527.08
-9.9	0	490.92
-10.1	0	454.331
-10.3	0	417.639
-10.5	0	381.171
-10.7	0	345.254
-10.9	0	324.12
-11.1	0	303.875

Selected Design Assumptions Z (m)	Muro: Palanca	
	Involuppi: Momento Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-11.3	0	284.298
-11.5	0	265.345
-11.7	0	246.987
-11.9	0	229.209
-12.1	0	211.995
-12.3	0	195.325
-12.5	0	179.177
-12.7	0	163.538
-12.9	0	148.45
-13.1	0	133.957
-13.3	0	120.096
-13.5	4.326	106.893
-13.7	18.292	94.367
-13.9	30.949	82.531
-14.1	42.336	71.389
-14.3	52.495	60.942
-14.5	61.471	51.184
-14.7	69.31	42.105
-14.9	76.063	33.69
-15.1	81.78	25.922
-15.3	86.522	18.779
-15.5	90.342	12.238
-15.7	93.297	6.273
-15.9	95.444	0.902
-16.1	96.839	0
-16.3	97.54	0
-16.5	97.603	0
-16.7	97.085	0
-16.9	96.042	0
-17.1	94.529	0
-17.3	92.601	0
-17.5	90.31	0
-17.7	87.71	0
-17.9	84.852	0
-18.1	81.786	0
-18.3	78.56	0
-18.5	75.223	0
-18.7	71.821	0
-18.9	68.399	0
-19.1	65.002	0
-19.3	61.672	0
-19.5	58.451	0
-19.7	55.381	0
-19.9	52.5	0
-20.1	49.847	0
-20.3	46.965	0
-20.5	43.885	0
-20.7	40.652	0
-20.9	39.418	0
-21.1	38.095	0
-21.3	36.381	0
-21.5	34.285	0
-21.7	31.819	0
-21.9	28.991	0
-22.1	25.81	0
-22.3	22.336	0
-22.5	18.701	0
-22.7	15.037	0
-22.9	11.478	0
-23.1	8.164	0
-23.3	5.234	0
-23.5	2.826	0
-23.7	1.077	0
-23.9	0.125	0
-24	0	0



# Grafico Involuppi Momento



Momento

## Tabella Involuppi Taglio Contropalancola

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: Contropalancola
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
2	0	10.094
1.8	0	29.706
1.6	0	48.739
1.4	0	67.193
1.2	0	85.562
1	0	103.915
0.8	0	121.604
0.6	0	134.363
<b>0.5</b>	<b>221.867</b>	<b>134.363</b>
0.3	221.867	0
0.1	206.729	0
-0.1	192.234	0
-0.3	178.411	0
-0.5	165.28	0
-0.7	152.839	0
-0.9	141.081	0
-1.1	129.997	0
-1.3	119.571	0
-1.5	109.787	0
-1.7	100.627	0
-1.9	92.069	0
-2.1	84.091	0
-2.3	76.667	0
-2.5	69.771	0
-2.7	63.377	0
-2.9	57.458	0
-3.1	51.984	0
-3.3	45.875	0
-3.5	40.373	0
-3.7	35.434	0
-3.9	31.016	0
-4.1	27.077	0
-4.3	23.576	0
-4.5	20.472	0
-4.7	17.726	0
-4.9	15.302	0
-5.1	13.162	1.828
-5.3	9.398	5.28
-5.5	6.61	7.684
-5.7	5.027	9.168
-5.9	4.196	9.811
-6.1	4.235	9.811
-6.3	4.933	9.617
-6.5	5.98	8.723
-6.7	7.477	7.251
-6.9	9.54	5.312
-7.1	11.828	3.051
-7.3	14.275	0.619
-7.5	16.823	0
-7.7	19.419	0
-7.9	21.973	0
-8.1	24.455	0
-8.3	26.844	0
-8.5	29.121	0
-8.7	31.273	0
-8.9	33.29	0
-9.1	33.854	0
-9.3	33.854	0
-9.5	31.65	0
-9.7	26.677	0
-9.9	18.935	0
-10.1	12.431	5.324
-10.3	6.163	19.829
-10.5	0	33.07
-10.7	0	44.691
-10.9	0	54.82
-11.1	0	63.579

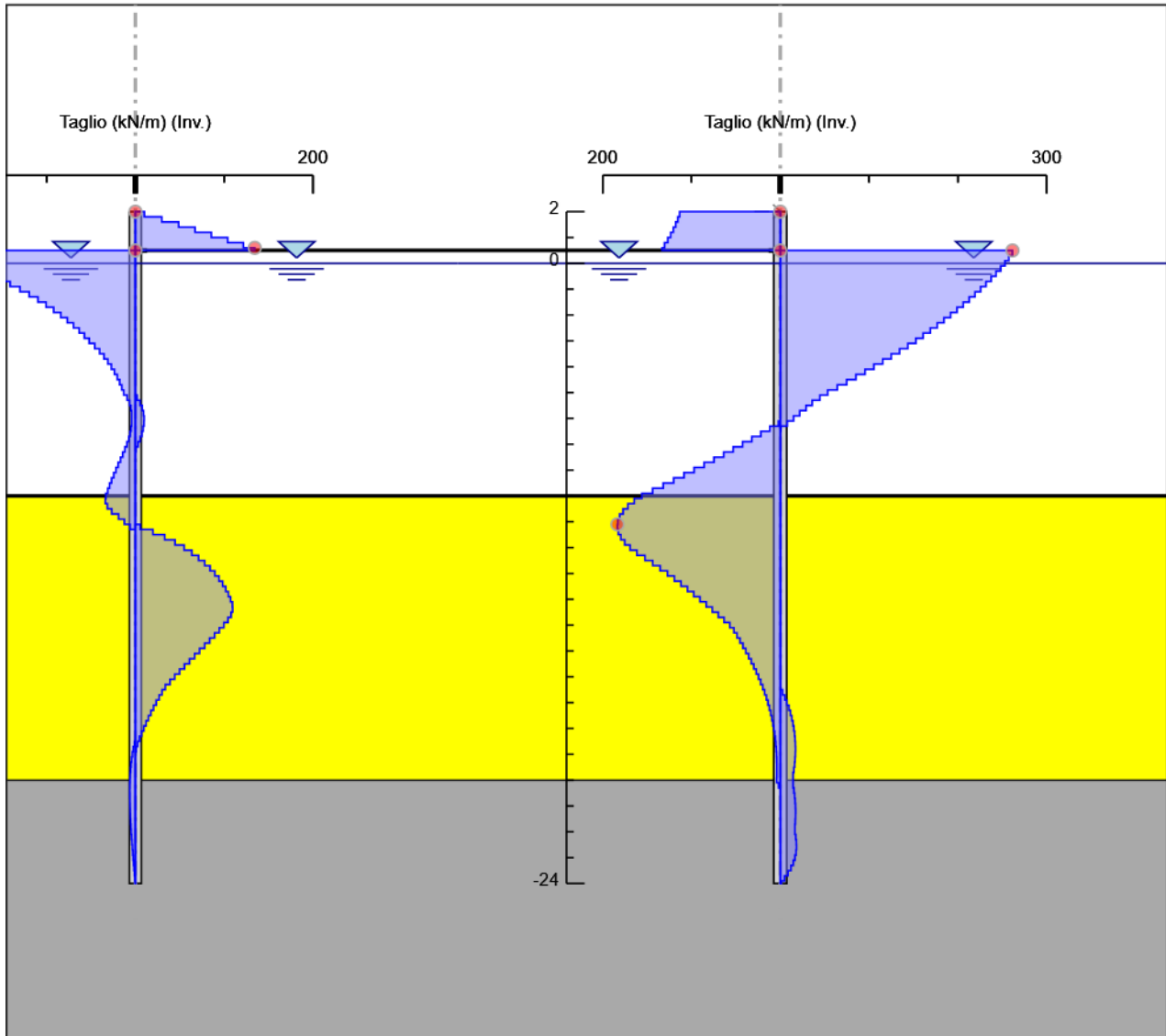
Selected Design Assumptions Z (m)	Inviluppi: Taglio Muro: Contropalancola	
	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-11.3	0	71.211
-11.5	0	78.04
-11.7	0	84.11
-11.9	0	89.465
-12.1	0	94.153
-12.3	0	98.221
-12.5	0	101.712
-12.7	0	104.679
-12.9	0	107.174
-13.1	0	109.248
-13.3	0	109.481
-13.5	0	109.481
-13.7	0	107.784
-13.9	0	104.307
-14.1	0	99.552
-14.3	0	94.468
-14.5	0	89.136
-14.7	0	83.626
-14.9	0	78.001
-15.1	0	72.312
-15.3	0	66.604
-15.5	0	60.916
-15.7	0	55.279
-15.9	0	49.716
-16.1	0	44.247
-16.3	0	38.887
-16.5	0	33.643
-16.7	0	30.066
-16.9	0	26.727
-17.1	0	23.518
-17.3	0	20.442
-17.5	0	17.498
-17.7	0	14.683
-17.9	0	11.993
-18.1	0	9.422
-18.3	0	6.964
-18.5	1.133	4.637
-18.7	2.391	2.608
-18.9	3.436	0.85
-19.1	4.288	0
-19.3	4.965	0
-19.5	5.486	0
-19.7	5.869	0
-19.9	6.131	0
-20.1	6.31	0
-20.3	6.383	0
-20.5	6.383	0
-20.7	6.33	0
-20.9	6.169	0
-21.1	6.077	0
-21.3	5.941	0
-21.5	5.723	0
-21.7	5.438	0
-21.9	5.101	0
-22.1	4.725	0
-22.3	4.318	0
-22.5	3.887	0
-22.7	3.437	0
-22.9	2.973	0
-23.1	2.498	0
-23.3	2.014	0
-23.5	1.523	0
-23.7	1.026	0
-23.9	0.52	0
-24	0.131	0

## Tabella Involuppi Taglio Palancola

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: Palancola
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
2	113.372	0
1.8	115.416	0
1.6	117.771	0
1.4	120.437	0
1.2	123.416	0
1	126.706	0
0.8	130.307	0
0.6	133.243	0
<b>0.5</b>	<b>133.243</b>	<b>261.443</b>
0.3	0	261.443
0.1	0	257.36
-0.1	0	252.988
-0.3	0	248.197
-0.5	0	242.972
-0.7	0	237.447
-0.9	0	231.652
-1.1	0	225.603
-1.3	0	219.311
-1.5	0	212.784
-1.7	0	206.028
-1.9	0	199.048
-2.1	0	191.847
-2.3	0	184.43
-2.5	0	176.8
-2.7	0	168.958
-2.9	0	160.907
-3.1	0	152.649
-3.3	0	143.603
-3.5	0	134.36
-3.7	0	124.919
-3.9	0	115.284
-4.1	0	105.455
-4.3	0	95.433
-4.5	0	85.219
-4.7	0	74.815
-4.9	0	64.221
-5.1	0	53.438
-5.3	0	44.649
-5.5	0	35.951
-5.7	0	29.011
-5.9	0	21.99
-6.1	1.979	14.986
-6.3	11.838	7.859
-6.5	21.874	0.608
-6.7	32.084	0
-6.9	42.469	0
-7.1	53.03	0
-7.3	63.765	0
-7.5	74.673	0
-7.7	85.754	0
-7.9	97.009	0
-8.1	108.436	0
-8.3	120.036	0
-8.5	131.807	0
-8.7	143.749	0
-8.9	155.854	0
-9.1	164.543	0
-9.3	171.597	0
-9.5	177.015	0
-9.7	180.799	0
-9.9	182.948	0
-10.1	183.461	0
-10.3	183.461	0
-10.5	182.34	0
-10.7	179.584	0
-10.9	175.192	0
-11.1	169.165	0

Selected Design Assumptions Z (m)	Inviluppi: Taglio	Muro: Palancola
	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-11.3	161.504	0
-11.5	152.42	0
-11.7	143.693	0
-11.9	135.259	0
-12.1	127.129	0
-12.3	119.314	0
-12.5	111.822	0
-12.7	104.607	0
-12.9	97.466	0
-13.1	90.387	0
-13.3	83.403	0
-13.5	76.541	0
-13.7	69.828	0
-13.9	63.286	0
-14.1	56.936	0
-14.3	52.236	0
-14.5	48.79	0
-14.7	45.396	0
-14.9	42.073	0
-15.1	38.84	0
-15.3	35.713	0
-15.5	32.705	0
-15.7	29.828	0
-15.9	27.09	0
-16.1	24.499	0
-16.3	22.061	0
-16.5	19.78	2.589
-16.7	17.658	5.215
-16.9	15.698	7.564
-17.1	13.898	9.642
-17.3	12.259	11.452
-17.5	10.778	13
-17.7	9.453	14.291
-17.9	8.28	15.332
-18.1	7.256	16.128
-18.3	6.375	16.685
-18.5	5.634	17.01
-18.7	5.027	17.109
-18.9	4.55	17.109
-19.1	4.197	16.986
-19.3	3.962	16.649
-19.5	3.841	16.103
-19.7	3.92	15.353
-19.9	4.109	14.405
-20.1	4.109	14.41
-20.3	1.822	15.399
-20.5	0	16.165
-20.7	0	16.716
-20.9	0	17.06
-21.1	0	17.201
-21.3	0	17.201
-21.5	0	17.145
-21.7	0	16.898
-21.9	0	16.463
-22.1	0	17.371
-22.3	0	18.175
-22.5	0	18.323
-22.7	0	18.323
-22.9	0	17.794
-23.1	0	16.568
-23.3	0	14.65
-23.5	0	12.041
-23.7	0	8.744
-23.9	0	4.758
-24	0	1.254

# Grafico Involuppi Taglio



Taglio

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva
				%
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 3	Contropalancola	LEFT		11.54
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 3	Contropalancola	RIGHT		13.73
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 3	Palancola	LEFT		8.85
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 3	Palancola	RIGHT		27.02

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva
				%
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 3	Contropalancola	LEFT		130.48
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 3	Contropalancola	RIGHT		155.24
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 3	Palancola	LEFT		100.09
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 3	Palancola	RIGHT		323.14

## Inviluppo Risultati Elementi Strutturali

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Puntone
			kN/m
Tirante	NTC2018: SISMICA GEO Stage 3		364.87

## *Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali*

### Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

### Coefficienti per Verifica Tiranti

GEO FS	1
$\xi_{a3}$	1.8
$\gamma_s$	1.15

## VERIFICA PALANCOLATO

### MATERIALI

$$E := 210000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\nu := 0.3$$

$$G := \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} = 8.077 \times 10^4 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{yk} := 355 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \varepsilon := \sqrt{\frac{235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{f_{yk}}} = 0.814$$

$$f_{tk} := 510 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_{M0} := 1.05$$

### CARATTERISTICHE DEL PALANCOLATO (AZ 38-700N)

$$\text{Area} \quad A_p := 230 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$t_w := 12.2 \cdot \text{mm}$$

$$t_f := 16 \cdot \text{mm}$$

$$h := 500 \cdot \text{mm}$$

$$B := 700 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Area al taglio} \quad A_v := \frac{t_w \cdot (h - t_f)}{B} = 84.354 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$\text{Momento di inerzia} \quad W_{el} := 3795 \cdot \frac{\text{cm}^3}{\text{m}}$$

La tipologia di sezione come da produttore è definita in classe 2

Cautelativamente si esegue verifica con il modulo elastico



### SOLLECITAZIONI PALANCOLATO

Momento massimo sollecitante combinazione A2+M2+R1

$$M_{yd} := 859 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

Taglio massimo sollecitante combinazione A2+M2+R1

$$V_{yd} := (261.4) \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

### VERIFICA

$$\text{Momento} \quad M_R := W_{el} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad \frac{M_{yd}}{M_R} = 0.669$$

$$\text{Taglio} \quad V_R := \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} \quad \frac{V_{yd}}{V_R} = 0.159$$

## VERIFICA PALANCOLATO

### MATERIALI

$$E := 210000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\nu := 0.3$$

$$G := \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} = 8.077 \times 10^4 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{yk} := 355 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \varepsilon := \sqrt{\frac{235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{f_{yk}}} = 0.814$$

$$f_{tk} := 510 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_{M0} := 1.05$$

### CARATTERISTICHE DEL PALANCOLATO (AZ 26-700N)

$$\text{Area} \quad A_p := 187 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$t_w := 12.2 \cdot \text{mm}$$

$$t_f := 12.2 \cdot \text{mm}$$

$$h := 460 \cdot \text{mm}$$

$$B := 700 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Area al taglio} \quad A_v := \frac{t_w \cdot (h - t_f)}{B} = 78.045 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$\text{Momento di inerzia} \quad W_{el} := 2600 \cdot \frac{\text{cm}^3}{\text{m}}$$

La tipologia di sezione come da produttore è definita in classe 2

Cautelativamente si esegue verifica con il modulo elastico

### SOLLECITAZIONI CONTROPALANCOLATO

Momento massimo sollecitante

$$M_{yd} := 473 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

Taglio massimo sollecitante

$$V_{yd} := 222 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

### VERIFICA

$$\begin{array}{ll} \text{Momento} & M_R := W_{el} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \qquad \frac{M_{yd}}{M_R} = 0.538 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Taglio} & V_R := \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} \qquad \frac{V_{yd}}{V_R} = 0.146 \end{array}$$

## VERIFICA TIRANTI CONTROPALANCOLATO- IP1 (ACCAIO Y1050H)

### MATERIALI

$$E := 210000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\nu := 0.3$$

$$G := \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} = 8.077 \times 10^4 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{p01k} := 950 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{pk} := 1050 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_{M0} := 1.05$$

### CARATTERISTICHE DELLA BARRA WR40

Area  $A_t := 1257 \cdot \text{mm}^2$

Passo tiranti  $p := 2.1 \cdot \text{m}$

### SOLLECITAZIONI TIRANTI

Forza normale involuppo  $N_d := 365 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad N_d \cdot p = 766.5 \cdot \text{kN}$

VERIFICA  $N_R := A_t \cdot \frac{f_{p01k}}{\gamma_{M0}} \quad \frac{N_d \cdot p}{N_R} = 0.674$

## VERIFICA TIRANTI CONTROPALANCOLATO- IP2 (ACCAIO B500B)

### MATERIALI

$$E := 210000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\nu := 0.3$$

$$G := \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} = 8.077 \times 10^4 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{p01k} := 500 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{pk} := 550 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_{M0} := 1.05$$

### CARATTERISTICHE DELLA BARRA GEWI 63

$$\text{Area } A_t := 3163 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Passo tiranti } p := 2.8 \cdot \text{m}$$

### SOLLECITAZIONI TIRANTI

$$\text{Forza normale involuppo } N_d := 365 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad N_d \cdot p = 1.022 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$\text{VERIFICA } N_R := A_t \cdot \frac{f_{p01k}}{\gamma_{M0}} \quad \frac{N_d \cdot p}{N_R} = 0.679$$