

# REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

## COMUNE DI OLBIA

### PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UNA DARSENA PESCHERECCI A SERVIZIO DELL'IMPIANTO DI STOCCAGGIO E TRASFORMAZIONE DEL PESCATO

ELABORATO:

# B

## RELAZIONE TECNICA IMPIANTI STRUTTURE

RIF. ELABORATO:

	DATA	OGGETTO
REVISIONI	00	08-09-2017
	01	
	02	
	03	

RED.: AF VER.: AF APPR.: AR

ESECUZIONE PROGETTO:



Viale Trieste, 65/I - 09123 Cagliari - Italy  
Tel. +39 070 6848202 - Fax +39 070 6404743  
www.martech.it e-mail: info@martech.it



TEAM PROGETTO:

Ing. Andrea Ritossa



Dott. Ing. ANDREA RITOSSA

COMMITTENTE:

**SPANO GROUP S.r.l.**  
PRODOTTITICI  
**SPANO GROUP S.r.l.**  
snc  
OLBIA 07026 (OT) Italy  
Tel. 0789-556020 - Fax 0789-594410  
P.Iva 07878980901

Il presente progetto, o parte di esso, non può essere riprodotto in alcuna forma, in alcun modo e per nessuno scopo, senza autorizzazione.  
Ogni infrazione sarà perseguita a termini di legge.

## Sommario

1	Impianto elettrico .....	2
1.1.1	Quadri generali di sicurezza .....	2
1.1.2	Impianti di protezione a terra .....	3
1.1.3	Impianto luce – Generalità.....	3
1.1.4	Illuminazione aree di ormeggio banchina .....	3
1.1.5	Erogatori servizi .....	4
1.1.6	Caratteristiche di sicurezza .....	4
2	IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA .....	5
	Inquadramento normativo dell'area interessata dall'intervento .....	5
	Ricostruzione dell'intensità di pioggia oraria del sito d'interesse .....	6
	Calcolo della portata massima .....	7
	Pozzetto scolmatore.....	10
3	CALCOLO STRUTTURALE DEL MURO DI BANCHINA .....	11
3.1	Modellazione della struttura.....	11
3.2	Fattori di combinazione.....	14
3.3	Calcolo spinte.....	17
3.3	Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955) .....	41
4	Sistemi di ormeggio in banchina .....	45

## **1 Impianto elettrico**

Gli impianti e le apparecchiature elettriche saranno realizzate in conformità a quanto stabilito dalla L. n. 186 del 1 marzo 1968. La rispondenza alle norme di sicurezza sarà attestata con la procedura di cui al D.M. 22.01.2008 n.37.

Considerata la richiesta di potenza elettrica necessaria agli utilizzatori, l'alimentazione elettrica sarà fornita, a cura dell'ENEL, in media tensione.

Il collegamento elettrico con la cabina dovrà essere realizzato mediante cavo di M.T., di idonea sezione, posato in apposita tubazione in PVC serie pesante alloggiata sotto terra ad una profondità di 0,80 m e in prossimità della banchina deve essere posato nell'apposito cunicolo.

### **1.1.1 Quadri generali di sicurezza**

I quadri, ubicati in posizione facilmente accessibile, segnalata e protetta da incendi, dovranno distribuire energia elettrica ai pontili e alle banchine tramite le linee Forza Motrice, illuminazione e preferenziali.

Ogni linea di distribuzione Forza Motrice per le imbarcazioni dovrà prevedere una protezione con interruttori magnetotermici con relè differenziale.

Ogni linea luce diretta agli elementi luminosi delle colonnine erogatrici dovrà prevedere interruttori magnetotermici differenziali bipolari o tetrapolari.

I quadri elettrici dovranno essere predisposti per l'allacciamento di un gruppo di alimentazione, sussidiario alla energia di rete, atto all'alimentazione delle seguenti utenze:

- impianto di illuminazione alla banchina;
- elettropompe antincendio.

Tutto il complesso usufruirà di una protezione generale di tipo magnetotermico differenziale, perfettamente conforme alle norme vigenti, anche disponendo, eccezionalmente, di un impianto caratterizzato da una resistenza di terra non molto bassa.

I quadri dovranno essere progettati per distribuire forza motrice a tutte le utenze interne al porto attraverso interruttori automatici magnetotermici con protezione differenziale per le utenze luce.

Tutti gli interruttori saranno dimensionati in base alle norme CEI 64-8 per quanto riguarda la protezione delle condutture contro i sovraccarichi e in base alle caratteristiche del trasformatore per quanto riguarda il loro potere di interruzione.

#### 1.1.2 Impianti di protezione a terra

L'impianto di messa a terra prevederà il collegamento di tutte le parti che possono dar luogo a tensioni di contatto tramite un conduttore di sezione conforme alle vigenti normative, fino all'allacciamento con l'impianto vero e proprio di messa a terra della cabina di trasformazione da media tensione a bassa tensione.

Il dimensionamento dell'impianto di protezione sarà previsto in conformità alle norme CEI 64-8.

#### 1.1.3 Impianto luce – Generalità

L'impianto dovrà prevedere il collegamento di tutte le colonnine servizi previste e di tutti i terminali antincendio previsti sulla banchina, mediante linee monofase a 220 volt derivate direttamente dai rispettivi quadri elettrici generali.

Le sezioni dei conduttori dovranno essere conformi alle tabelle UNEL 35024-70 per quel che riguarda le portate di corrente, alle tabelle UNEL 35023-70 per quel che riguarda il calcolo delle cadute di tensione.

Le lampade da utilizzare dovranno essere del tipo:

- a scarica di gas, a basso consumo, della potenza di 18 W per gli erogatori servizi;
- ad incandescenza della potenza di 3 W per i terminali antincendio.

Il comando di accensione e spegnimento dovrà essere affidato ad un interruttore crepuscolare posizionato esternamente al locale tecnico contenente il Quadro Generale.

#### 1.1.4 Illuminazione aree di ormeggio banchina

Per quanto concerne l'illuminazione della banchina, l'accensione delle lampade sistemate all'interno degli erogatori è sufficiente per garantire la giusta intensità di illuminamento, considerato altresì il disturbo che luci molto intense arrecherebbero alle imbarcazioni ormeggiate.

### 1.1.5 Erogatori servizi

Tutti i posti barca disporranno di erogatori servizi che forniscano l'illuminazione notturna delle zone ad essi prospicienti e dai quali sia possibile prelevare energia elettrica.

In totale gli erogatori dovranno fornire servizi a 9 posti barca.

Per completare la sua funzionalità, l'erogatore sarà dotato di una lampada interna che, attraverso una superficie semitrasparente, irradia la banchina con una luce ad effetto radente.

### 1.1.6 Caratteristiche di sicurezza

Gli erogatori saranno costruiti nel rigoroso rispetto delle norme vigenti in materia e in particolare:

- all'arrivo della linea di alimentazione sarà installato un interruttore onnipolare come è richiesto dalle norme CEI 64-8 art. 4.2.01 e dal D.P.R. n. 547 art. 288.
- tutte le prese e così pure l'impianto di illuminazione saranno protetti singolarmente da interruttori automatici magnetotermici. Questo tipo di protezione assicura l'apertura degli interruttori sia al verificarsi di cortocircuiti, per mezzo della protezione magnetica, sia al verificarsi di sovraccarichi per mezzo della protezione termica.
- le prese saranno di tipo speciale con interruttore-sezionatore incorporato in ottemperanza all'art. 311 del D.P.R. n. 547 che richiede un dispositivo atto a non permettere l'inserimento o il disinserimento di spine a circuito chiuso, quando da esse sia possibile prelevare una potenza superiore a 1000 W. Il dispositivo incorporato nelle prese offre inoltre grande sicurezza in quanto, senza spine negli alveoli non ci sarà mai tensione.

## **2 IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA**

### ***Inquadramento normativo dell'area interessata dall'intervento***

Il progetto prevede la realizzazione di un piazzale destinato alla movimentazione dei mezzi per il carico ed il trasporto del pesce. Da un punto di vista normativo, analizzata la Direttiva Regionale sulla Disciplina degli scarichi, il piazzale non ricade nelle fattispecie, richiamate da detta Direttiva, secondo cui deve essere previsto un impianto di trattamento delle acque di prima pioggia.

Per garantire comunque un trattamento delle prime acque di pioggia si è preferito inserire in progetto un piccolo impianto che per piogge di modesta entità tenda a trattare le prime acque di pioggia che cadono nel piazzale di nuova realizzazione.

Come si evince dall'elaborato grafico Tav.8, il piazzale è dotato di una caditoia continua in grado di raccogliere e convogliare le acque meteoriche che si riversano su di esso. La caditoia è collocata a filo con la banchina, ossia in punti ove la pavimentazione del piazzale, presenta le idonee pendenze che ne garantiscono la confluenza. L'acqua defluisce verso il sistema di trattamento mediante una caditoia continua con una pendenza del 1‰

Il sistema di canalizzazione comprende un unico collettore finale del diametro netto di 315 mm in pvc, che si riversa nello scolmatore, da qui sempre un Ø 315 riversa nella vasca di prima pioggia e un altro Ø 315 posto a quota maggiore scarica l'eccedente in mare . La vasca di prima pioggia, anch'essa regolarmente autorizzata, è costituita da una serie di vasca in c.a. provviste di idonei setti in modo da garantire la funzione di dissabbiatore - disoleatore statico ed in grado di trattenere le sabbie e gli oli che vengono poi rimossi, secondo le necessità, mediante autospurgo. L'acqua piovana confluisce, tramite il collettore finale prima descritto nella vasca per poi uscire, una volta trattata, a valle della vasca stessa tramite una condotta Ø100 messa in pressione da una coppia di pompe sommerse. Da quest'ultimo scarica direttamente in mare.

## **Ricostruzione dell'intensità di pioggia oraria del sito d'interesse**

Per la valutazione degli eventi di pioggia che insistono nelle aree interessate dal presente progetto si sono considerate le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica basate sul modello TCEV elaborato da R. Deidda ed E. Piga studiate appositamente per eventi estremi di precipitazioni brevi ed intense in Sardegna.

La pioggia indice  $\mu(\tau)$  di durata  $\tau$  (ovvero la media dei massimi annui delle piogge di durata  $\tau$ ) può essere espressa in forma monomia:

$$\mu(\tau) = a_1 \cdot \tau^{n_1}$$

dove i coefficienti  $a_1$  e  $n_1$  si possono determinare in funzione della pioggia indice giornaliera  $\mu_g$ :

$$a_1 = \mu_g / (0.886 \cdot 24^{n_1})$$

$$n_1 = -0.493 + 0.476 \cdot \text{Log}_{10} \mu_g$$

L'altezza di pioggia  $h_T(\tau)$  di durata  $\tau$  con assegnato tempo di ritorno  $T$  in anni si ottiene moltiplicando la pioggia indice  $\mu(\tau)$  per un coefficiente di crescita  $K_T(\tau)$  di

$$K_T(\tau) = a_2 \cdot \tau^{n_2}$$

ottenendo:

$$h_T(\tau) = \mu(\tau) \cdot K_T(\tau) = (a_1 \cdot a_2) \cdot \tau^{(n_1+n_2)}$$

Dove i coefficienti  $a_2$  e  $n_2$  si determinano tenuto conto del tempo di ritorno  $T > 10$  anni o  $T < 10$  anni ed in base alla sottozona in cui ricade l'area oggetto di studio.

Il piazzale della darsena pescherecci ricade all'interno della SottoZona Omogenea 2 (SZO2) e per il calcolo dell'altezza di pioggia si considera un tempo di ritorno inferiore ai 10 anni (per i collettori pluviali si considerano tempi di ritorno compresi nell'intervallo  $T=2-10$  anni). I coefficienti  $a_2$  e  $n_2$  pertanto valgono:

$$a_2 = 0.64767 + 0.89360 \cdot \text{Log}_{10} T$$

$$n_2 = -6.0189 \cdot 10^{-3} + 3.2950 \cdot 10^{-4} \cdot \text{Log}_{10} T$$

Il valore dell'altezza di pioggia giornaliera si ricava dalla carta della Distribuzione spaziale dell'altezza di pioggia giornaliera in Sardegna (da Deidda ed Al., Quad. Ricerca n°9 dell'Università di Cagliari, 1997), che per il caso in esame risulta essere pari a 65 mm.

Eseguendo i calcoli, tenuto conto che la durata di pioggia, viene imposta pari al tempo di accesso in rete che risultando di incerta determinazione viene stabilito pari a 15 minuti, si ottiene:

Calcolo dell'intensità di pioggia

$$\tau = 0,25 \text{ h}$$

$$T = 7 \text{ anni}$$

$$\mu_g = 65 \text{ mm}$$

Coefficienti  $a_1$  e  $n_1$  in f unzione della pioggia indice giornaliera

$$a_1 = 22,63992$$

$$n_1 = 0,36995$$

Coefficienti  $a_2$  e  $n_2$  in f unzione della Sottozona Omogenea e del tempo di ritorno SZO2

$$a_2 = 1,40285$$

$$n_2 = -0,00574$$

Altezza di pioggia

$$h_{T(\tau)} = 19,17 \text{ mm}$$

Intensità di pioggia

$$I = 76,68 \text{ mm/h}$$

### **Calcolo della portata massima**

La portata presente nella sezione di interesse dipende dalle precipitazioni localizzate in tutto il piazzale.

Dobbiamo però considerare il fatto che non tutta l'acqua piovuta contribuisce alla portata che scorrerà nella caditoia, in quanto una parte di essa viene persa per infiltrazione nel terreno, tale capacità di assorbimento del terreno dipende dall'uso del suolo che nel caso in esame è in cls. Quindi considereremo, ai fini della determinazione della portata di piena, solo quella parte dell'acqua piovana che scorre sulla superficie del piazzale.

A tale proposito, considereremo una pioggia di intensità costante su tutta la sua superficie e che la massima portata si verifichi nella sezione di immissione nell'impianto di trattamento delle acque nella quale si eseguirà il dimensionamento della canaletta.

Per la determinazione della portata massima abbiamo utilizzato il metodo degli ingegneri tedeschi.

La portata che potrebbe affluire è data da:

$$q = \frac{I \cdot A}{360} \cdot \Psi \cdot \phi \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

dove:

A : area del piazzale in ha;

I : intensità di pioggia, supposta uniformemente distribuita sulla superficie del piazzale in mm/h, con durata dell'evento piovoso.

Al fine di tener conto che parte dell'acqua viene persa per infiltrazione nel terreno, è necessario moltiplicare la quantità di pioggia per il coefficiente di afflusso  $\Psi$  (o di assorbimento).

$$\Psi = \frac{\text{Volume d'acqua affluito}}{\text{Volume d'acqua piovuto}} \leq 1.$$

Data la natura del terreno in calcestruzzo, si assume ragionevolmente un valore del coefficiente di assorbimento pari a 0,98.

Per tener conto, inoltre, che non tutta l'acqua affluisce istantaneamente all'impianto di prima pioggia e che il deflusso dalla sezione non cessa istantaneamente al cessare della pioggia, occorre moltiplicare la quantità di pioggia per un ulteriore coefficiente  $\phi \leq 1$ , detto coefficiente di ritardo.

$$\phi = \frac{1}{\sqrt[6]{A}}$$

dove:

A = area del piazzale in ha;

Viste le ridotte dimensioni del piazzale, si è ottenuto un valore di  $\phi$  maggiore di 1 pertanto si assume un coefficiente di ritardo pari a 1.

Nella tabella seguente, si riportano i dati utilizzati ed il valore della portata massima di piena:

T (anni)	$\tau$ [min]	$h(t)$ [mm]	$I$ [mm/h]	A [ha]	$\psi$	$\phi$	Q[m <sup>3</sup> /s]
7	15	19.17	76,68	0.13	0.98	1	0.03

Determinata la portata si procede con il calcolo dell'altezza di moto uniforme per canali rettangolari.

La caditoia continua avrà dimensioni 60 x 40 per un lunghezza di 48 m, realizzata in c.a. Considerata B la larghezza della caditoia[m] ed y l'altezza di moto uniforme[m], il raggio idraulico risulta essere pari a:

$$Rh_0 = \frac{B y_0}{B + 2y_0}$$

$$y_0 = \left( \frac{Q}{B K_s i_f^{1/2}} \right)^{3/5}$$

dove:

$y_0$  viene assunto come valore di tentativo.

$K_s = 60$  [m<sup>1/3</sup>/s] coefficiente di scabrezza

$i_f = 0.001$  [m/m] l'inclinazione del fondo

Con il valore del raggio idraulico ottenuto si calcola il nuovo valore della profondità  $y_1$  tramite la legge di Gauckler-Strickler:

$$y_1 = \frac{Q}{B K_s Rh_0 i_f^{1/2}}$$

Si confrontano quindi  $y_1$  e  $y_0$  tramite la loro differenza percentuale:

$$\frac{|y_1 - y_0|}{y_0}$$

Se la loro differenza percentuale è minore del 2%,  $y_1$  è il valore della profondità di moto uniforme cercato altrimenti viene determinato il raggio idraulico  $R_{h1}$  corrispondente alla profondità  $y_1$  e si calcola il nuovo valore di profondità  $y_2$ .

Si confronta  $y_2$  con  $y_1$  e se la loro differenza percentuale è minore del 2%  $y_2$  è il valore della profondità di moto uniforme cercato altrimenti si itera nuovamente il procedimento finchè la differenza percentuale tra i valori di due profondità successive non è minore del 2%.

Pertanto dai calcoli svolti si è ottenuta una profondità di calcolo  $y$  per una portata  $Q = 0.003$  [m<sup>3</sup>/s] pari a 0.21. Dal valore ottenuto si evince che la portata delle acque rimane all'interno della caditoia.

### **Pozzetto scolmatore**

Verifica con sezione iniziale Ø 315

Sulla condotta che porta al pozzetto scolmatore grava una superficie di mq 1300 quindi la portata da smaltire risulta di  $Q = 0,03$  mc/s.

Per una sezione riempita fino ad un massimo di 70% dell'altezza massima con pendenza del 1‰ abbiamo una portata di smaltimento di 0.045 mc/s.

### 3 CALCOLO STRUTTURALE DEL MURO DI BANCHINA

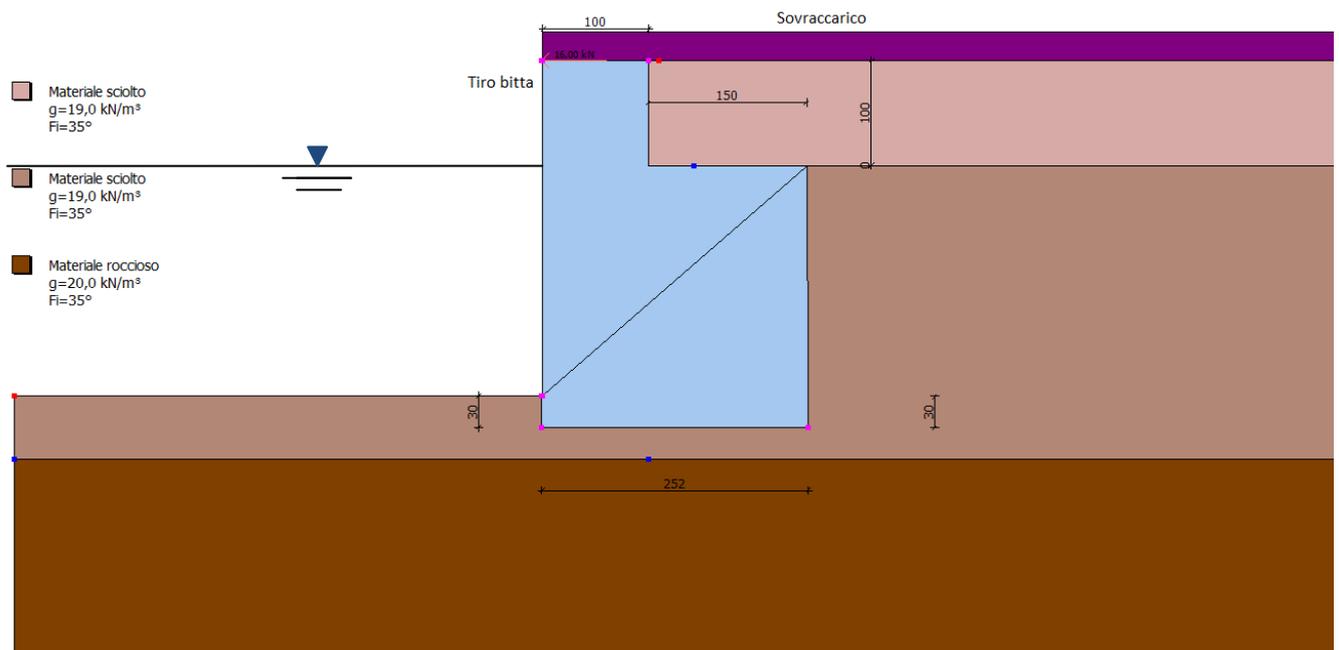
#### RELAZIONE DI CALCOLO

Normative di riferimento:

**NTC 2008** - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008.

**CIRCOLARE 2 febbraio 2009**, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n. 27).

#### 3.1 Modellazione della struttura



## Dati generali

Data	07/01/2016
Condizioni ambientali	Ordinarie
Zona	Via indonesia 52
Lat./Long. [WGS84]	40,08614/8,980026
Normativa GEO	NTC 2008
Normativa STR	NTC 2008
Spinta	Mononobe e Okabe [M.O. 1929]

## Dati generali muro

Altezza muro	350,0 cm
Spessore testa muro	100,0 cm

## Coefficienti sismici [N.T.C.]

### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	35,0 [anni]

### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,19	2,61	0,27
S.L.D.	35,0	0,24	2,67	0,3
S.L.V.	332,0	0,49	2,88	0,34
S.L.C.	682,0	0,59	2,98	0,37

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Opere di sostegno
--------	-------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,19	0,2	0,0039	0,0019
S.L.D.	0,24	0,2	0,0049	0,0024
S.L.V.	0,49	0,2	0,01	0,005
S.L.C.	0,59	0,2	0,012	0,006

## CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

### Conglomerati

Nr.	Classe Calcestruzzo	fck,cubi [Mpa]	Ec [Mpa]	fck [Mpa]	fcd [Mpa]	fctd [Mpa]	fctm [Mpa]
1	C20/25	25	30550,21	20	11,55	1,05	2,25
2	C25/30	30	32089,96	25	14,44	1,21	2,61

3	C28/35	35	32936,31	28	16,17	1,31	2,81
4	C40/50	51	35913,83	40	20,22	1,52	3,26

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [Mpa]	fyk [Mpa]	fyd [Mpa]	ftk [Mpa]	ftd [Mpa]	ep_tk	epd_ult	B1*B2 iniziale	B1*B2 finale
1	B450C	203940	458,87	399,01	550,64	399,01	.075	.0675	1	0,5
2	B450C*	203940	458,87	399,01	550,64	458,87	.075	.0675	1	0,5
3	B450C**	203940	458,87	399,01	467,33	406,35	.012	.01	1	0,5

Materiali impiegati realizzazione muro C40/50 B450C

Copriferro, Elevazione 5,0 cm  
Copriferro, Fondazione 5,0 cm  
Copriferro, Dente di fondazione 5,0 cm

### Stratigrafia

Ns	Spessore strato (cm)	Inclinazione e dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione
1	100	0	19,00	35	0,00	0	No		Materiale sciolto
2	280	0	19,00	35	0,00	0	No		Materiale sciolto
3	970	0	20,00	35	0,00	0	No		Materiale roccioso

Carichi concentrati

Descrizione	Posizione x (cm)	Posizione y (cm)	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Mz (kNm/m)
tiro bitta	0,0	350,0	16,0	0,0	0,0

Carichi distribuiti

Descrizione	Ascissa iniziale (cm)	Ascissa finale (cm)	Valore iniziale (kPa)	Valore finale (kPa)	Profondità (cm)
sovraccarico	-100,0	2700,0	15,0	15,0	0,0

## 3.2 Fattori di combinazione

A1+M1+R1(stru)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,30
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	tiro bitta	0,00
8	sovraccarico	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

A2+M2+R2 (a scorrimento)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	tiro bitta	0,00
8	sovraccarico	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coazione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

EQU+M2

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	0,90
2	Spinta terreno	1,10
3	Peso terreno mensola	0,90
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	tiro bitta	0,00
8	sovraccarico	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coazione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

A2+M2+R2(a carico limite)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	tiro bitta	1,30
8	sovraccarico	1,30

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25

2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

#### E+A1+M1+R1 (stru)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	tiro bitta	1,00
8	sovraccarico	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

#### E+A2+M2+R2 (geo)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	tiro bitta	1,00
8	sovraccarico	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

#### A1+M1+R1(stru) [STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0039  
 Coefficiente sismico verticale Kv 0,0019

### 3.3 Calcolo spinte

#### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
350,0	250,0	19,0	0,0	35,0	0,0	0,0	0,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,27	0,27	0,0	0,27	0,0	0,0	0,0

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	350,0	250,0	2,6	0,0	283,33	250,0

#### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py	Peso del muro (kN);
Px	Forza inerziale (kN);
Xp, Yp	Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
250,0	0,12	31,88	51,0	300,0

#### Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
250,0	2,72	31,88	0,93	100,0

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per  $(x_{r1}, y_{r1}) = (252,0/0,0)$   
Piano di rottura passante per  $(x_{r2}, y_{r2}) = (252,0/350,0)$   
Centro di rotazione  $(x_{ro}, y_{ro}) = (0,0/0,0)$

#### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
350,0	250,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0	
250,0	30,0	19,0	0,0	35,0	35,0	0,0	0,0	
30,0	0,0	19,0	0,0	35,0	0,0	0,0	0,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
35,0	0,25	0,25	0,0	0,2	0,14	0,0	0,0
35,0	0,25	0,25	0,0	0,2	0,14	0,0	0,0
0,0	0,27	0,27	0,0	0,27	0,0	0,0	0,0

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	350,0	250,0	1,97	1,38	283,33	283,33
2	250,0	30,0	18,16	12,72	120,79	120,79
3	30,0	0,0	4,01	2,64	14,71	15,0

### SPINTE IN FONDAZIONE

#### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
30,0	0,0	19,0	180,0	35,0	0,0	0,0	180,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
180,0	0,04	-0,04	0,0

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	30,0	0,0	-0,03	0,0	10,0	0,0

#### Sollecitazioni total i

Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	24,13	16,74	-14,08
Peso muro	0,47	119,54	-89,15
Peso fondazione	0,44	112,11	-177,88
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,23	78,32	-148,03
Spinte fondazione	-0,03	0,0	0,0
	<b>25,24</b>	<b>326,7</b>	<b>-429,14</b>

Momento stabilizzante	-459,13 kNm
Momento ribaltante	29,99 kNm

#### MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);

Fy Forza in direzione y (kN);  
M Momento (kNm);  
H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
251,0	4,01	16,12	-4,58	250,0

### A2+M2+R2 (a scorrimento) [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0039  
Coefficiente sismico verticale Kv 0,0019

### CALCOLO SPINTE

#### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
Qf Quota finale strato  
G Peso unità di volume (KN/m<sup>3</sup>);  
Eps Inclinazione dello strato. (°);  
Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
Delta Angolo attrito terra muro;  
c Coesione (kPa);  
β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
350,0	250,0	19,0	0,0	29,26	0,0	0,0	0,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.  
Ka Coefficiente di spinta attiva.  
Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,34	0,35	0,0	0,34	0,0	0,0	0,0

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
Qf Quota inizio strato.  
Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);  
Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	350,0	250,0	3,29	0,0	283,33	250,0

#### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);  
Px Forza inerziale (kN);

Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
250,0	0,1	24,52	51,0	300,0

#### Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).  
 Fx Forza in direzione x (kN);  
 Fy Forza in direzione y (kN);  
 M Momento (kNm);  
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
250,0	3,39	24,52	1,14	100,0

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per  $(x_{r1}, y_{r1}) = (252,0/0,0)$   
 Piano di rottura passante per  $(x_{r2}, y_{r2}) = (252,0/350,0)$   
 Centro di rotazione  $(x_{ro}, y_{ro}) = (0,0/0,0)$

#### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 G Peso unità di volume (KN/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (kPa);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
350,0	250,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0	
250,0	30,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0	
30,0	0,0	19,0	0,0	29,26	0,0	0,0	0,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
29,26	0,31	0,31	0,0	0,27	0,15	0,0	0,0
29,26	0,31	0,31	0,0	0,27	0,15	0,0	0,0
0,0	0,34	0,35	0,0	0,34	0,0	0,0	0,0

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.

Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	350,0	250,0	2,55	1,43	283,33	283,33
2	250,0	30,0	23,61	13,22	120,79	120,79
3	30,0	0,0	5,2	2,75	14,72	15,0

### SPINTE IN FONDAZIONE

#### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 G Peso unità di volume (KN/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (kPa);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
30,0	0,0	19,0	180,0	29,26	0,0	0,0	180,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

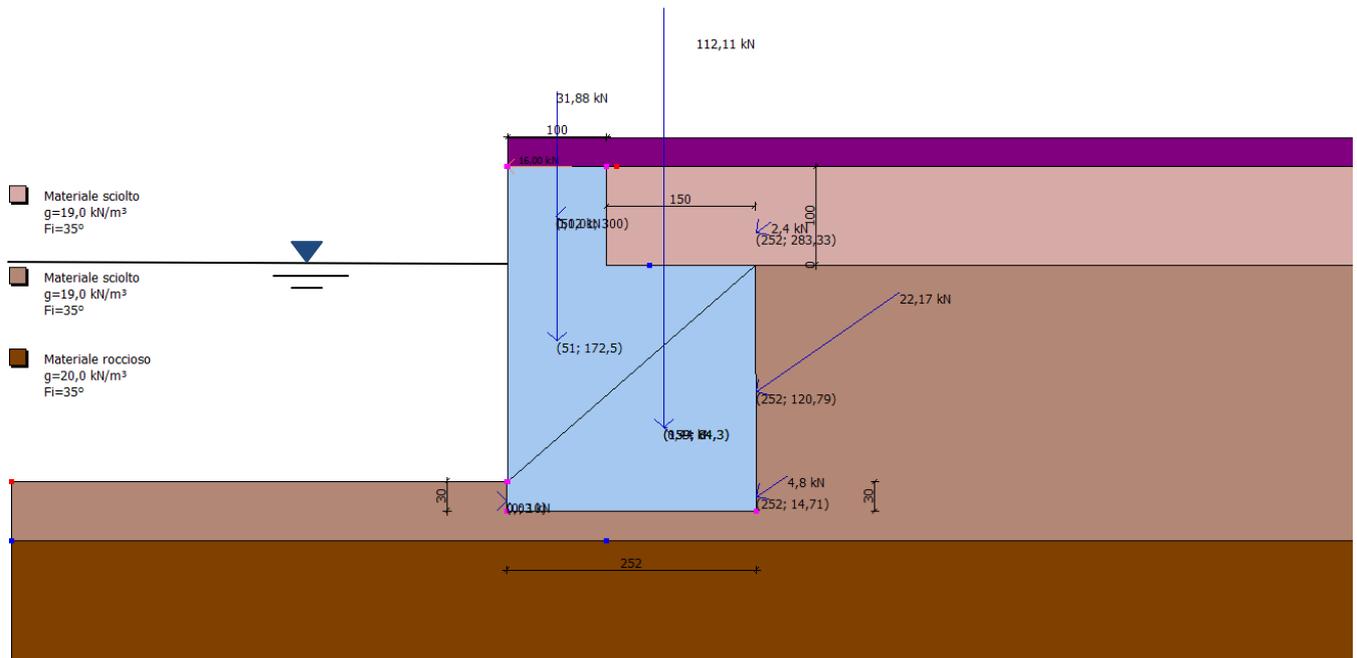
μ Angolo di direzione della spinta.  
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
180,0	0,03	-0,03	0,0

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	30,0	0,0	-0,03	0,0	10,0	0,0



### Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kN);  
 Fy Forza in direzione y (kN);  
 M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	31,36	17,4	-7,34
Peso muro	0,36	91,95	-68,58
Peso fondazione	0,34	86,24	-136,83
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,23	60,25	-113,74
Spinte fondazione	-0,03	0,0	0,0
	<b>32,27</b>	<b>255,84</b>	<b>-326,49</b>

Momento stabilizzante -364,59 kNm  
 Momento ribaltante 38,11 kNm

### Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	32,29 kN
Sommatoria forze verticali	255,84 kN
Coefficiente di attrito	0,42
Adesione	5,0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	255,84 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	32,29 kN
Resistenza terreno	121,22 kN
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>3,75</b>
<b>Traslazione verificata Csd&gt;1</b>	

### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante -364,59 kNm  
 Momento ribaltante 38,11 kNm

**Coeff. sicurezza ribaltamento  $C_{sv}$**   
**Muro verificato a ribaltamento  $C_{sv} > 1$**

**9,57**

### Carico limite verticale VESIC

---

Somma forze in direzione x ( $F_x$ )	32,27 kN
Somma forze in direzione y ( $F_y$ )	255,84 kN
Somma momenti	-326,49 kNm
Larghezza fondazione	252,0 cm
Lunghezza	100,0 cm
Eccentricità su B	1,62 cm
Peso unità di volume	19,0 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	23,0 °
Coesione	5,0 kPa
Terreno sulla fondazione	30,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19,0 kN/m <sup>3</sup>
$N_q$	8,66
$N_c$	18,05
$N_g$	8,2
Fattori di forma	
$s_q$	1,17
$s_c$	1,19
$s_g$	0,84
Inclinazione carichi	
$i_q$	0,86
$i_c$	0,84
$i_g$	0,76
Fattori di profondità	
$d_q$	1,04
$d_c$	1,05
$d_g$	1,0
Carico limite verticale ( $Q_{lim}$ )	670,64 kN
<b>Fattore sicurezza (<math>C_{sq} = Q_{lim}/F_y</math>)</b>	<b>2,62</b>

### Carico limite verificato $C_{sq} > 1$

### Tensioni sul terreno

---

Ascissa centro sollecitazione	127,62 cm
Larghezza della fondazione	252,0 cm
$x = 0,0$ cm	97,62 kPa
$x = 252,0$ cm	105,43 kPa

### MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
F<sub>x</sub> Forza in direzione x (kN);  
F<sub>y</sub> Forza in direzione y (kN);  
M Momento (kNm);  
H Altezza sezione (cm);

---

Xprogr.	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	M	H
251,0	5,2	17,1	-5,91	250,0

---

## EQU+M2 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh      0,0039  
 Coefficiente sismico verticale Kv      0,0019

### CALCOLO SPINTE

#### Discretizzazione terreno

Qi      Quota iniziale strato (cm);  
 Qf      Quota finale strato  
 G      Peso unità di volume (KN/m<sup>3</sup>);  
 Eps      Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi      Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta      Angolo attrito terra muro;  
 c      Coesione (kPa);  
 β      Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note      Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
350,0	250,0	19,0	0,0	29,26	0,0	0,0	0,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ      Angolo di direzione della spinta.  
 Ka      Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd      Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk      Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay      Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky      Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,34	0,35	0,0	0,34	0,0	0,0	0,0

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi      Quota inizio strato.  
 Qf      Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy      Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);  
 Z(Rpx)      Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy)      Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	350,0	250,0	3,62	0,0	283,33	250,0

#### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py      Peso del muro (kN);  
 Px      Forza inerziale (kN);  
 Xp, Yp      Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
250,0	0,09	22,07	51,0	300,0

#### Sollecitazioni sul muro

Quota      Origine ordinata minima del muro (cm).  
 Fx      Forza in direzione x (kN);

Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
250,0	3,7	22,07	1,25	100,0

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per  $(x_{r1}, y_{r1}) = (252,0/0,0)$

Piano di rottura passante per  $(x_{r2}, y_{r2}) = (252,0/350,0)$

Centro di rotazione  $(x_{ro}, y_{ro}) = (0,0/0,0)$

#### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
350,0	250,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0	
250,0	30,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0	
30,0	0,0	19,0	0,0	29,26	0,0	0,0	0,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
29,26	0,31	0,31	0,0	0,27	0,15	0,0	0,0
29,26	0,31	0,31	0,0	0,27	0,15	0,0	0,0
0,0	0,34	0,35	0,0	0,34	0,0	0,0	0,0

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	350,0	250,0	2,81	1,57	283,33	283,33
2	250,0	30,0	25,94	14,53	120,79	120,79
3	30,0	0,0	5,72	3,02	14,72	15,0

## SPINTE IN FONDAZIONE

### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
30,0	0,0	19,0	180,0	29,26	0,0	0,0	180,0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
180,0	0,03	-0,03	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	30,0	0,0	-0,03	0,0	10,0	0,0

### Sollecitazioni totali

Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	34,47	19,12	-8,06
Peso muro	0,32	82,76	-61,72
Peso fondazione	0,3	77,61	-123,15
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,23	54,22	-102,31
Spinte fondazione	-0,03	0,0	0,0
	<b>35,3</b>	<b>233,72</b>	<b>-295,24</b>

Momento stabilizzante	-336,86 kNm
Momento ribaltante	41,62 kNm

### Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	35,33 kN
------------------------------	----------

Sommatoria forze verticali	233,72 kN
Coefficiente di attrito	0,42
Adesione	5,0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	233,72 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	35,33 kN
Resistenza terreno	111,83 kN
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>3,17</b>

**Traslazione verificata Csd>1**

#### Verifica al ribaltamento

---

Momento stabilizzante	-336,86 kNm
Momento ribaltante	41,62 kNm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>	<b>8,09</b>

**Muro verificato a ribaltamento Csv>1**

#### Carico limite verticale VESIC

---

Somma forze in direzione x (Fx)	35,3 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	233,72 kN
Somma momenti	-295,24 kNm
Larghezza fondazione	252,0 cm
Lunghezza	100,0 cm
Eccentricità su B	0,33 cm
Peso unità di volume	19,0 KN/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	23,0 °
Coesione	5,0 kPa
Terreno sulla fondazione	30,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19,0 KN/m <sup>3</sup>
Nq	8,66
Nc	18,05
Ng	8,2
Fattori di forma	
sq	1,17
sc	1,19
sg	0,84
Inclinazione carichi	
iq	0,83
ic	0,81
ig	0,72
Fattori di profondità	
dq	1,04
dc	1,05
dg	1,0
Carico limite verticale (Qlim)	652,02 kN
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>2,79</b>

**Carico limite verificato Csq>1**

#### Tensioni sul terreno

---

Ascissa centro sollecitazione	126,33 cm
Larghezza della fondazione	252,0 cm
x = 0,0 cm	92,03 kPa
x = 252,0 cm	93,46 kPa

## MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kN);  
 Fy Forza in direzione y (kN);  
 M Momento (kNm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
1,0	-0,03	-0,86	0,0	30,0

## MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kN);  
 Fy Forza in direzione y (kN);  
 M Momento (kNm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
251,0	5,72	18,9	-6,49	250,0

## A2+M2+R2(a carico limite) [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0039  
 Coefficiente sismico verticale Kv 0,0019

## CALCOLO SPINTE

### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 G Peso unità di volume (KN/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (kPa);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
350,0	250,0	19,0	0,0	29,26	0,0	0,0	0,0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,34	0,35	0,0	0,34	0,0	0,0	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	350,0	250,0	10,05	0,0	294,54	250,0

### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py	Peso del muro (kN);
Px	Forza inerziale (kN);
Xp, Yp	Coordinate baricentro dei pesi (cm);

	Quota	Px	Py	Xp	Yp
	250,0	0,1	24,52	51,0	300,0

### Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

	Quota	Fx	Fy	M	H
	250,0	30,94	24,52	25,32	100,0

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per  $(x_{r1}, y_{r1}) = (252,0/0,0)$   
 Piano di rottura passante per  $(x_{r2}, y_{r2}) = (252,0/350,0)$   
 Centro di rotazione  $(x_{ro}, y_{ro}) = (0,0/0,0)$

### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

	Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
	350,0	250,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0	
	250,0	30,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0	
	30,0	0,0	19,0	0,0	29,26	0,0	0,0	0,0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
---	-----------------------------------

Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
29,26	0,31	0,31	0,0	0,27	0,15	0,0	0,0
29,26	0,31	0,31	0,0	0,27	0,15	0,0	0,0
0,0	0,34	0,35	0,0	0,34	0,0	0,0	0,0

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	350,0	250,0	7,8	4,37	294,54	294,54
2	250,0	30,0	35,14	19,69	127,1	127,1
3	30,0	0,0	7,23	2,75	14,8	15,0

#### SPINTE IN FONDAZIONE

##### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
$\beta$	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
30,0	0,0	19,0	180,0	29,26	0,0	0,0	180,0	

##### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	Kp	Kpx	Kpy
180,0	0,03	-0,03	0,0

##### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
----	----	-----	-----	--------	--------

---

1	30,0	0,0	-0,03	0,0	10,0	0,0
---	------	-----	-------	-----	------	-----

### Sollecitazioni total i

Fx Forza in direzione x (kN);  
 Fy Forza in direzione y (kN);  
 M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	50,17	26,8	1,16
Carichi esterni	20,8	0,0	72,8
Peso muro	0,36	91,95	-68,58
Peso fondazione	0,34	86,24	-136,83
Sovraccarico	0,11	29,45	-51,57
Terr. fondazione	0,23	60,25	-113,74
Spinte fondazione	-0,03	0,0	0,0
	<b>71,99</b>	<b>294,68</b>	<b>-296,76</b>

---

Momento stabilizzante -440,25 kNm  
 Momento ribaltante 143,5 kNm

### Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	72,02 kN
Sommatoria forze verticali	294,68 kN
Coefficiente di attrito	0,42
Adesione	5,0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	294,68 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	72,02 kN
Resistenza terreno	137,71 kN
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>1,91</b>

**Traslazione verificata Csd>1**

### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-440,25 kNm
Momento ribaltante	143,5 kNm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>	<b>3,07</b>

**Muro verificato a ribaltamento Csv>1**

### Carico limite verticale VESIC

Somma forze in direzione x (Fx)	71,99 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	294,68 kN
Somma momenti	-296,76 kNm
Larghezza fondazione	252,0 cm
Lunghezza	100,0 cm
Eccentricità su B	25,3 cm
Peso unità di volume	19,0 KN/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	23,0 °
Coesione	5,0 kPa
Terreno sulla fondazione	30,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19,0 KN/m <sup>3</sup>
Nq	8,66
Nc	18,05
Ng	8,2
Fattori di forma	

sq	1,21
sc	1,24
sg	0,8
Inclinazione carichi	
iq	0,71
ic	0,67
ig	0,55
Fattori di profondità	
dq	1,05
dc	1,06
dg	1,0
Carico limite verticale (Qlim)	389,44 kN
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>1,32</b>

### Carico limite verificato $C_{sq} > 1$

#### Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	100,7 cm
Larghezza della fondazione	252,0 cm
x = 0,0 cm	187,37 kPa
x = 252,0 cm	46,51 kPa

#### E+A1+M1+R1 (stru) [STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,0039
Coefficiente sismico verticale Kv	0,0019

#### CALCOLO SPINTE

##### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
350,0	250,0	19,0	0,0	29,26	0,0	0,0	0,0	

##### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,34	0,35	0,0	0,34	0,0	0,0	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	350,0	250,0	8,49	0,0	293,54	250,0

### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py	Peso del muro (kN);
Px	Forza inerziale (kN);
Xp, Yp	Coordinate baricentro dei pesi (cm);

	Quota	Px	Py	Xp	Yp
	250,0	0,1	24,52	51,0	300,0

### Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
250,0	24,58	24,52	19,74	100,0

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per  $(x_{r1}, y_{r1}) = (252,0/0,0)$   
 Piano di rottura passante per  $(x_{r2}, y_{r2}) = (252,0/350,0)$   
 Centro di rotazione  $(x_{ro}, y_{ro}) = (0,0/0,0)$

### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
350,0	250,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0	
250,0	30,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0	
30,0	0,0	19,0	0,0	29,26	0,0	0,0	0,0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
29,26	0,31	0,31	0,0	0,27	0,15	0,0	0,0
29,26	0,31	0,31	0,0	0,27	0,15	0,0	0,0
0,0	0,34	0,35	0,0	0,34	0,0	0,0	0,0

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	350,0	250,0	6,59	3,65	293,54	293,54
2	250,0	30,0	32,48	18,01	126,04	126,04
3	30,0	0,0	6,76	2,72	14,78	15,0

#### SPINTE IN FONDAZIONE

##### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
$\beta$	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
30,0	0,0	19,0	180,0	29,26	0,0	0,0	180,0	

##### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	Kp	Kpx	Kpy
180,0	0,03	-0,03	0,0

##### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	30,0	0,0	-0,03	0,0	10,0	0,0

#### Sollecitazioni total i

Fx Forza in direzione x (kN);  
 Fy Forza in direzione y (kN);  
 M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	45,83	24,38	-0,15
Carichi esterni	16,0	0,0	56,0
Peso muro	0,36	91,95	-68,58
Peso fondazione	0,34	86,24	-136,83
Sovraccarico	0,09	22,65	-39,67
Terr. fondazione	0,23	60,25	-113,74
Spinte fondazione	-0,03	0,0	0,0
	<b>62,82</b>	<b>285,46</b>	<b>-302,97</b>

Momento stabilizzante -422,15 kNm  
 Momento ribaltante 119,18 kNm

#### MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kN);  
 Fy Forza in direzione y (kN);  
 M Momento (kNm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
251,0	6,76	24,67	-7,7	250,0

#### E+A2+M2+R2 (geo) [GEO]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0039  
 Coefficiente sismico verticale Kv 0,0019

#### CALCOLO SPINTE

##### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 G Peso unità di volume (KN/m³);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (kPa);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
350,0	250,0	19,0	0,0	29,26	0,0	0,0	0,0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,34	0,35	0,0	0,34	0,0	0,0	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	350,0	250,0	8,49	0,0	293,54	250,0

### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py	Peso del muro (kN);
Px	Forza inerziale (kN);
Xp, Yp	Coordinate baricentro dei pesi (cm);

	Quota	Px	Py	Xp	Yp
	250,0	0,1	24,52	51,0	300,0

### Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
250,0	24,58	24,52	19,74	100,0

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per  $(x_{r1}, y_{r1}) = (252,0/0,0)$   
Piano di rottura passante per  $(x_{r2}, y_{r2}) = (252,0/350,0)$   
Centro di rotazione  $(x_{ro}, y_{ro}) = (0,0/0,0)$

### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);

Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
$\beta$	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
350,0	250,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0	
250,0	30,0	19,0	0,0	29,26	29,26	0,0	0,0	
30,0	0,0	19,0	0,0	29,26	0,0	0,0	0,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
29,26	0,31	0,31	0,0	0,27	0,15	0,0	0,0
29,26	0,31	0,31	0,0	0,27	0,15	0,0	0,0
0,0	0,34	0,35	0,0	0,34	0,0	0,0	0,0

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	350,0	250,0	6,59	3,65	293,54	293,54
2	250,0	30,0	32,48	18,01	126,04	126,04
3	30,0	0,0	6,76	2,72	14,78	15,0

#### SPINTE IN FONDAZIONE

##### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
$\beta$	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
30,0	0,0	19,0	180,0	29,26	0,0	0,0	180,0	

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	$K_p$	$K_{px}$	$K_{py}$
180,0	0,03	-0,03	0,0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

$Q_i$	Quota inizio strato.
$Q_f$	Quota inizio strato.
$R_{px}, R_{py}$	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
$Z(R_{px})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
$Z(R_{py})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	$Q_i$	$Q_f$	$R_{px}$	$R_{py}$	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	30,0	0,0	-0,03	0,0	10,0	0,0

### Sollecitazioni totali

$F_x$	Forza in direzione x (kN);
$F_y$	Forza in direzione y (kN);
$M$	Momento (kNm);

	$F_x$	$F_y$	$M$
Spinta terreno	45,83	24,38	-0,15
Carichi esterni	16,0	0,0	56,0
Peso muro	0,36	91,95	-68,58
Peso fondazione	0,34	86,24	-136,83
Sovraccarico	0,09	22,65	-39,67
Terr. fondazione	0,23	60,25	-113,74
Spinte fondazione	-0,03	0,0	0,0
	<b>62,82</b>	<b>285,46</b>	<b>-302,97</b>

Momento stabilizzante	-422,15 kNm
Momento ribaltante	119,18 kNm

### Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	62,85 kN
Sommatoria forze verticali	285,46 kN
Coefficiente di attrito	0,42
Adesione	5,0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	285,46 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	62,85 kN
Resistenza terreno	133,8 kN
<b>Coeff. sicurezza traslazione <math>C_{sd}</math></b>	<b>2,13</b>

**Traslazione verificata  $C_{sd} > 1$**

### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-422,15 kNm
Momento ribaltante	119,18 kNm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento <math>C_{sv}</math></b>	<b>3,54</b>

**Muro verificato a ribaltamento  $C_{sv} > 1$**

### Carico limite verticale VESIC

Somma forze in direzione x ( $F_x$ )	62,82 kN
--------------------------------------	----------

Somma forze in direzione y (Fy)	285,46 kN
Somma momenti	-302,97 kNm
Larghezza fondazione	252,0 cm
Lunghezza	100,0 cm
Eccentricità su B	19,87 cm
Peso unità di volume	19,0 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	23,0 °
Coesione	5,0 kPa
Terreno sulla fondazione	30,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19,0 kN/m <sup>3</sup>
Nq	8,66
Nc	18,05
Ng	8,2
Fattori di forma	
sq	1,2
sc	1,23
sg	0,81
Inclinazione carichi	
iq	0,74
ic	0,71
ig	0,59
Fattori di profondità	
dq	1,04
dc	1,06
dg	1,0
Carico limite verticale (Qlim)	441,82 kN
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>1,55</b>

### Carico limite verificato Csq>1

#### Tensioni sul terreno

---

Ascissa centro sollecitazione	106,13 cm
Larghezza della fondazione	252,0 cm
x = 0,0 cm	166,86 kPa
x = 252,0 cm	59,70 kPa

#### MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
1,0	15,97	-1,59	53,59	30,0

#### MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
---------	----	----	---	---

251,0      6,76      24,67      -7,7      250,0

### 3.3 Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

#### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0,02 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	8,77 m
Ascissa vertice destro superiore xs	4,79 m
Ordinata vertice destro superiore ys	13,82 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0
Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0039
Coefficiente azione sismica verticale	0,0019

#### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	5,3
2	5,0	5,3
3	5,01	5,3
4	6,01	8,5
5	6,01	8,5
6	33,01	8,5
7	37,81	8,5

#### Vertici strato .....1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	5,3
2	5,0	5,3
3	5,01	5,3
4	6,44	7,5
5	37,81	7,5

#### Vertici strato .....2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	4,7
2	6,01	4,7
3	37,81	4,7

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0		35	1937,461	1937,461		
2	0		35	1937,461	1937,461		
3	0		35	2039,432	2039,432		

**Carichi concentrati**

N°	x (m)	y (m)	Fx (Kg)	Fy (Kg)	M (Kgm)
1	5	8,5	2121,01	0	0

**Carichi distribuiti**

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	5,01	8,5	33,01	8,5	0,1988446

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

Fs minimo individuato	1,25
Ascissa centro superficie	4,32 m
Ordinata centro superficie	8,77 m
Raggio superficie	5,07 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 4,316 \quad y_c = 8,772 \quad R_c = 5,067 \quad F_s = 1,247$$

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,88	-40,3	1,15	700,15	2,73	1,33	0,0	29,3	0,0	1480,6	665,2
2	0,88	-28,1	0,99	1735,48	6,77	3,3	0,0	29,3	0,0	2590,5	1163,8
3	0,88	-17,3	0,92	2386,27	9,31	4,53	0,0	29,3	0,0	2907,3	1306,2
4	0,88	-7,1	0,88	2723,56	10,62	5,17	0,0	29,3	0,0	2908,8	1306,8
5	0,88	2,8	0,88	2782,54	10,85	5,29	0,0	29,3	0,0	2725,9	1224,7
6	1,01	13,6	1,04	8019,57	31,28	15,24	0,0	29,3	0,0	7440,9	3342,9
7	0,74	24,1	0,81	7762,81	30,27	14,75	0,0	29,3	0,0	7081,0	3181,3
8	0,88	34,7	1,06	8365,47	32,63	15,89	0,0	29,3	0,0	7762,1	3487,3
9	0,88	48,2	1,31	7061,71	27,54	13,42	0,0	29,3	0,0	7053,1	3168,7
10	0,88	71,3	2,73	4599,98	17,94	8,74	0,0	29,3	0,0	6164,9	2769,7



#### 4 Sistemi di ormeggio in banchina

Prendendo in esame la disposizione planimetrica della banchina e la contenuta variazione di marea, si è considerato che la soluzione migliore per l'ormeggio delle imbarcazioni fosse quella tradizionale di un attracco di poppa.

A tale sistema corrisponde il più efficiente utilizzo degli spazi e, conseguentemente, la migliore risposta in termini di redditività dell'investimento.

Il sistema d'ormeggio prevede l'ancoraggio del natante attraverso un sistema di cime e catenarie bloccate sul fondo per mezzo di corpi morti da 3.0 t, a terra il sistema è completato da una serie di bitte di ormeggio appositamente studiate per garantire:

- rapida ed agevole manovra di ormeggio con cime di diverso diametro;
- adeguata sicurezza contro lo scorrimento e lo sfilamento delle cime, data la forma caratteristica delle bitte;
- durata nel tempo per la scelta del materiale costituito da ghisa sferoidale con aggiunta di rame per aumentare le caratteristiche di resistenza alla corrosione marina.

Dalla dorsale di fondo (catena madre avente Ø 30 mm) si derivano le trappe l'ormeggio costituite da 3 parti fondamentali:

- catena di fondo posizionata tra la catena madre e la catena di ormeggio;
- catena di ormeggio, collegata alla catena di fondo e costituita da anelli più leggeri della precedente che contribuiscono a renderla più maneggevole;
- collegamento fisso a banchina reso possibile da una cima in poliestere HT autoaffondante corredata di redance e impiombatura, collegata ad un anello in acciaio inossidabile o similare adeguatamente posizionato sulla fiancata della banchina.

Ogni collegamento tra i vari segmenti è reso possibile da grilli in acciaio.

Tutti i materiali sono trattati appositamente contro la corrosione.

Il sistema di ormeggio delle imbarcazioni previsto nella darsena in oggetto è costituito da catenarie, corpi morti ai quali saranno collegate le catene di ormeggio ed i pendini. Sulla banchina le imbarcazioni saranno ormeggiate ad apposite bitte da 3t.

La flotta tipo che interessa il pontile è composta da imbarcazioni di dimensione pari a 12,00 metri.

Per determinare l'intensità di vento più sfavorevole per il dimensionamento degli ormeggi sono stati esaminati i dati della stazione di Olbia prendendo in esame le intensità di vento che incidono perpendicolarmente alle imbarcazioni.

Si è considerata la seguente velocità del vento:

VC =Vento caratteristico di progetto: 68 nodi = 35.00 m/s a 10m s.m.m. di altezza.

Considerando la velocità del vento agente per un minuto, si può passare da una velocità ad un'altezza di 10 metri s.m.m. ad una velocità ad un'altezza di 3 metri s.m.m. attraverso la seguente formula:

$$V_w = 0.72/0.85 \cdot VC = 0.72/0.85 \cdot 35.00 = 29.64 \text{ m/s}$$

Quindi la pressione del vento può essere calcolata come segue:

$$F = c \times S \times v^2$$

dove:

F = spinta del vento in Kg;

C = coefficiente correttivo di calcolo preso pari a 0,08;

S = superficie laterale in mq dell' imbarcazione scarica cioè quand'è alla massima emersione;

v = velocità del vento in m/s, assunta pari a 29.64 m/s

L'area laterale utilizzata per il presente calcolo, riportata nella tabella successiva, è stata dedotta dall'esame di alcune schede tecniche di natanti aventi dimensione analoga a quelli che troveranno ormeggio nel darsena in oggetto.

Le massime intensità per gli eventi sono pari a 35 m/s.

LUNGHEZZA IMBARCAZIONE	AREA LATERALE	TIRO (Kg) $0,08 \cdot A \cdot V^2$
12,00	23,00	1.616,00

Per il calcolo dimensionale del corpo morto da mettere in opera si deve tener conto della forza di galleggiamento indotta dall'acqua che agisce sullo stesso. Per far ciò si tiene conto della spinta di Archimede che per ogni m<sup>3</sup> di calcestruzzo immerso lo alleggerisce esattamente di quanto è il peso specifico dell'acqua marina che in sede di calcolo viene

considerata pari a 1024 Kg/m<sup>3</sup>. Si ottiene dunque che un m<sup>3</sup> di calcestruzzo, considerato il peso specifico del cls pari a 2400 Kg/m<sup>3</sup>, in acqua abbia un peso pari a circa 1376 Kg.

Peso del Corpo morto previsto in progetto	Peso del Corpo morto in acqua
3.000,00	1.720,00

Ne deriva:

### Ormeggi

Imbarcazioni	tiro kg	f.rid.	risultante
1	1616	1	1616
2	1616	0,5	808
3	1616	0,3	484,8
4	1616	0,3	484,8
5	1616	0,3	484,8
6	1616	0,3	484,8
7	1616	0,3	484,8
8	1616	0,3	484,8
9	1616	0,3	484,8
TIRO COMPLESSIVO kg	5817,6		
CORPI MORTI COLLABORANTI kg	8600		

Per assorbire le eventuali sollecitazioni esercitate sui sistemi di ormeggio dalle imbarcazioni dovuti a moto ondoso e correnti è stato applicato un fattore correttivo ai dati pari a 2 andando a verificare i corpi morti come se le azioni sopra determinate andassero a gravare solo su di questi mentre in realtà una quota parte teorica pari al 50% del tiro complessivo dovrebbe essere assorbita dalla bitte nel caso di vento incidente perpendicolarmente alle imbarcazioni come nel caso del calcolo in oggetto. Queste forze risultano in ogni caso trascurabili in quanto l'onda con altezza da 0,1 a 0,20 m produce tiri trascurabili sui cavi d'ormeggio e i movimenti del natante da essa generati vengono compensati dalla flessibilità del sistema di ormeggio.

Parimenti, le catene di fondo, aventi diametro pari a 30, hanno un carico di rottura rispettivamente pari a circa 20.000 Kg e pertanto abbondantemente superiori ai carichi previsti. La dimensione delle catene sono giustificate dal fatto che i diametri previsti

consentono una ridotta manutenzione delle stesse in quanto la corrosione non inficia per un notevole numero di anni le prestazioni richieste al sistema.

Con riferimento alle bitte, avendo previsto esclusivamente bitte aventi tiro di esercizio pari a 3 T per ragioni di comodità d'uso, le stesse hanno prestazioni superiori ai carichi massimi esercitabili dalle imbarcazioni pari, nel caso di imbarcazioni di lunghezza massima prevista (12 m) 1,616 t.