

# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



## PROGETTO DEFINITIVO

### EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)  
SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)  
COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)  
SACYR S.A.U. (MANDANTE)  
ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)  
A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

IL PROGETTISTA  
Studio FC&RR Associati s.r.l.  
Dott. Ing. F. Cavallaro  
Ordine Ingegneri Messina  
n° 1110  
Dott. Ing. E. Pagani  
Ordine Ingegneri Milano  
n° 15408



IL CONTRAENTE GENERALE  
Project Manager  
(Ing. P.P. Marcheselli)

STRETTO DI MESSINA  
Direttore Generale e  
RUP Validazione  
(Ing. G. Fiammenghi)

STRETTO DI MESSINA  
Amministratore Delegato  
(Dott. P. Ciucci)

*Unità Funzionale* COLLEGAMENTI VERSANTE SICILIA  
*Tipo di sistema* CANTIERI  
*Raggruppamento di opere/attività* ITINERARI  
*Opera - tratto d'opera - parte d'opera* NUOVI ITINERARI – NI 82  
*Titolo del documento* P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO

CZ0490\_F0

CODICE

C G 2 8 0 0 P C L D S C Z C 2 N I 8 2 0 0 0 0 0 3 F 0

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	CHIOVETTA	FLERES	RUGOLO



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## INDICE

INDICE .....	3
Premessa .....	5
1 Normativa di riferimento .....	5
2 Criteri di calcolo paratia .....	5
2.1 Calcolo delle spinte .....	7
2.1.1 Spinta delle terre .....	7
2.1.2 Spinta del sovraccarico ripartito uniforme .....	11
2.1.3 Spinta del sovraccarico concentrato lineare .....	12
2.1.4 Spinta attiva dovuta alla coesione .....	12
2.1.5 Spinta interstiziale .....	13
2.1.6 Spinta passiva .....	13
2.2 Equilibrio della paratia e calcolo delle sollecitazioni .....	15
2.2.1 Descrizione dell'algorithmo .....	15
2.2.2 Rigidezza del tirante .....	16
2.2.3 Rigidezza del terreno (Bowles, fondazioni pag.649): .....	16
2.3 Ancoraggi .....	19
2.3.1 Blocco di ancoraggio .....	19
2.3.2 Bulbo di ancoraggio di calcestruzzo iniettato sotto pressione .....	19
2.4 Verifiche .....	21
2.5 Specifiche campi della tabella di stampa .....	23
3 Criteri di calcolo muro di sostegno .....	29
3.1 Calcolo delle spinte .....	29
3.1.1 Spinta delle terre .....	29
3.2 Verifica allo scorrimento .....	32
3.3 Muri in calcestruzzo a mensola .....	35
3.4 Legenda delle abbreviazioni .....	35
4 Dati di calcolo "Paratia" .....	41
5 Dati di calcolo "Muro H = 3,00 m" .....	52



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## Premessa

La presente relazione di calcolo concerne il dimensionamento e la verifica delle opere di sostegno, della strada denominata "P-SN7", consistenti nella fattispecie in:

- Paratia;
- Muro di sostegno di altezza mt 3,00;

### 1 Normativa di riferimento

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con il D.M. 14/01/2008 pubblicato nel suppl. 30 G.U. 29 del 4/01/2008.

### 2 Criteri di calcolo paratia

La presente sezione concerne il dimensionamento e la verifica della paratia sottostante il tratto della strada provinciale.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 2.1 Calcolo delle spinte

Il calcolo delle spinte viene convenzionalmente riferito ad un metro di profondità di paratia. Pertanto tutte le grandezze riportate in stampa, sia per i dati di input che per quelli di output, debbono di conseguenza attribuirsi ad un metro di profondità della paratia stessa.

Per rendere più completa la trattazione relativa alla determinazione delle spinte sarà opportuno distinguere i seguenti casi:

- Spinta delle terre:
  - a. con superficie del terreno rettilinea
  - b. con superficie del terreno spezzata
- Spinta del sovraccarico ripartito uniforme:
  - c. con superficie del terreno rettilinea
  - d. con superficie del terreno spezzata
- Spinta del sovraccarico ripartito parziale
- Spinta del sovraccarico concentrato lineare
- Spinte in presenza di coesione
- Spinta interstiziale in assenza o in presenza di moto di filtrazione
- Spinta passiva

### 2.1.1 Spinta delle terre

Trattandosi di terreni stratificati, discretizzato il diaframma in un congruo numero di punti, si determina la spinta sulla parete come risultante delle pressioni orizzontali in ogni concio, calcolate come:

$$\sigma_h = \sigma_v \cdot K \cdot \cos \delta$$

dove:

$\sigma_h$  = pressione orizzontale

$\sigma_v$  = pressione verticale

K = coefficiente di spinta dello strato di calcolo

$\delta$  = coefficiente di attrito terra-parete

La pressione verticale è data dal peso del terreno sovrastante:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- in termini di tensioni totali:

$$\sigma_v = \tau \cdot z$$

$\tau$  = peso specifico del terreno

$z$  = generica quota di calcolo della pressione a partire dall'estradosso del terrapieno

- in termini di tensioni efficaci in assenza di filtrazione:

$$\sigma_v = \tau' \cdot z$$

$\tau'$  = peso specifico efficace del terreno

- in termini di tensioni efficaci in presenza di filtrazione discendente dal terrapieno:

$$\sigma_v = [\tau - \tau_w \cdot (1 - I_w)] \cdot z$$

dove:

$\tau$  = peso specifico del terreno

$\tau_w$  = peso specifico dell'acqua

$I_w$  = gradiente idraulico:  $\delta H / \delta L$

$\delta H$  = differenza di carico idraulico

$\delta L$  = percorso minimo di filtrazione

- in termini di tensioni efficaci in presenza di filtrazione ascendente dal terrapieno:

$$\sigma_v = [\tau - \tau_w \cdot (1 + I_w)] \cdot z$$

#### 1. Con superficie del terreno rettilinea

Lo schema di calcolo è basato sulla teoria di Coulomb nell'ipotesi di assenza di falda:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta + \phi)}{\sin^2 \beta \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left[ 1 + \left( \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta + \varepsilon)} \right)^{\frac{1}{2}} \right]^2} \quad (\text{Muller-Breslau})$$

avendo indicato con :

$\beta = 90^\circ$  : inclinazione del paramento interno rispetto all'orizzontale;

$\phi$  = angolo d'attrito interno del terreno;

$\delta$  = angolo di attrito terra-muro;

$\varepsilon$  = angolo di inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale.

#### 2. Con superficie del terreno spezzata

In questo caso, pur mantenendo le ipotesi di Coulomb, la ricerca del cuneo di massima spinta non conduce alla determinazione di un unico coefficiente, come nella forma di Muller-Breslau, giacché il diagramma di spinta non è più triangolare bensì poligonale.

Posto  $l_i$  = lunghezza, in orizzontale, del tratto inclinato:



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

$$dh = l_i \times \tan \varepsilon$$

e, permanendo la solita simbologia, si procede alla determinazione del cuneo di massima spinta ricavando l'angolo di inclinazione della corrispondente superficie di scorrimento, detto  $\rho$  tale angolo, si ottiene, per  $\beta = 90^\circ$ :

$$\tan(\rho) = \frac{1}{-\tan(\rho) + \left[ (1 + \tan^2 \phi) \cdot \left( 1 + \frac{l_i \cdot dh}{(H + dh)^2 \cdot \tan \phi} \right) \right]^{\frac{1}{2}}}$$

Tracciando una retta inclinata di ' $\rho$ ' a partire dal vertice della spezzata si stacca, sulla superficie di spinta, un segmento di altezza:

$$h = l_i \cdot \frac{(\tan(\rho) - \tan \varepsilon) \cdot \tan \beta}{\tan(\rho) + \tan \beta}$$

su questo tratto della superficie di spinta si assumerà il seguente coefficiente di spinta attiva:

$$K_{a1} = \frac{(\tan \beta + \tan(\rho)) \cdot \left( 1 + \frac{\tan \varepsilon}{\tan \beta} \right) \cdot \tan(\rho - \phi)}{\tan \beta \cdot (\tan(\rho) - \tan \varepsilon)}$$

mentre per il restante tratto di altezza (H - h) si assumerà:

$$K_{a2} = \frac{(\tan \beta + \tan(\rho)) \cdot \tan(\rho - \phi)}{\tan \beta \cdot \tan(\rho)}$$

### 3. Incremento di spinta sismica:

- Calcolo dell'incremento di spinta sismica secondo D.M. 16/01/96:

$$K_{as} = K' - A \cdot K_a$$

essendo:

$$A = \frac{\cos^2(\alpha + \tau)}{\cos^2 \alpha + \cos \tau}$$

con:

$\alpha$  = angolo formato dall'intradosso con la verticale

$\tau$  = arctan C

C = coefficiente di intensità sismica

K' = coefficiente calcolato staticamente per  $\varepsilon' = \varepsilon + \tau$  e  $\beta' = \beta - \tau$

La pressione ottenuta ha un andamento lineare, con valore zero al piede del diaframma e valore massimo in sommità.

- Calcolo dell'incremento di spinta sismica secondo O.D.P.C.M. 3274/2003: in assenza di studi specifici, i coefficienti sismici orizzontale (kh) e verticale (kv) che interessano tutte le masse sono calcolati come:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$K_h = \frac{S \cdot a_g}{r}$$

$$K_v = \frac{K_h}{2}$$

Al fattore r può essere assegnato il valore 2 nel caso di opere di sostegno che ammettano spostamenti, per esempio i muri a gravità, o che siano sufficientemente flessibili. In presenza di terreni non coesivi saturi deve essere assunto il valore 1.

La forza di calcolo viene denotata come  $E_d$  da considerarsi come la risultante delle spinte statiche e dinamiche del terreno. Tale spinta totale di progetto  $E_d$ , esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno, è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \cdot \tau' \cdot (1 \pm K_v) \cdot K \cdot H^2 + E_{ws}$$

dove:

H è l'altezza del muro;

$E_{ws}$  è la spinta idrostatica;

$\tau'$  è il peso specifico del terreno (definito ai punti seguenti);

K è il coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico).

Il coefficiente di spinta del terreno può essere calcolato mediante la formula di Mononobe e Okabe.

Se  $\beta \leq \phi - \Theta$  :

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \phi - \Theta)}{\cos \Theta \cdot \text{sen}^2 \alpha \cdot \text{sen}(\phi - \Theta - \delta) \cdot \left[ 1 + \left( \frac{\text{sin}(\phi + \delta) \cdot \text{sen}(\phi - \beta - \Theta)}{\text{sen}(\phi - \Theta - \delta) \cdot \text{sen}(\alpha + \beta)} \right)^{\frac{1}{2}} \right]^2}$$

Se  $\beta > \phi - \Theta$  :

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \phi - \Theta)}{\cos \Theta \cdot \text{sen}^2 \alpha \cdot \text{sen}(\phi - \Theta - \delta)}$$

$\phi$ : è il valore di calcolo dell'angolo di resistenza a taglio del terreno in condizioni di sforzo efficace;  
 $\alpha$ ,  $\beta$ : sono gli angoli di inclinazione rispetto all'orizzontale rispettivamente della parete del muro rivolta a monte e della superficie del terrapieno;

$\delta$ : è il valore di calcolo dell'angolo di resistenza a taglio tra terreno e muro;

$\Theta$ : è l'angolo definito successivamente in funzione dei seguenti casi:

Livello di falda al di sotto del muro di sostegno:

$\tau' = \tau$  peso specifico del terreno

$$\tan \Theta = \frac{K_h}{1 \pm K_v}$$

Terreno al di sotto del livello di falda:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

$\tau' = \tau - \tau_w$  peso immerso del terreno

$\tau_w$ : peso specifico dell'acqua

$$\tan \Theta = \frac{\tau}{\tau - \tau_w} \cdot \frac{K_h}{1 \pm K_v}$$

- Inerzia della parete:

In presenza di sisma l'opera è soggetta alle forze di inerzia della parete:

Forze di inerzia secondo D.M. 16/01/96:

$$F_i = C \cdot W$$

con C = coefficiente di intensità sismica

- Forze di inerzia secondo O.D.P.C.M. 3274/2003:

$$F_{ih} = K_h \cdot W$$

$$F_{iv} = K_v \cdot W$$

$$K_h = \frac{S \cdot a_g}{r}$$

$$K_v = \frac{K_h}{2}$$

Al fattore r può essere assegnato il valore 2 nel caso di opere di sostegno che ammettano spostamenti, per esempio i muri a gravità, o che siano sufficientemente flessibili. In presenza di terreni non coesivi saturi deve essere assunto il valore 1.

### 2.1.2 Spinta del sovraccarico ripartito uniforme

- a. Con superficie del terreno rettilinea

In questo caso ,intendendo per Q il sovraccarico per metro lineare di proiezione orizzontale:

$$\sigma_v = Q$$

- b. Con superficie del terreno spezzata

Una volta determinata la superficie di scorrimento del cuneo di massima spinta ( $\theta$ ), quindi il diagramma di carico che grava sul cuneo di spinta ,si scompone tale diagramma in due strisce; la prima agente sul tratto di terreno inclinato, la seconda sul rimanente tratto orizzontale.

Ognuna delle strisce di carico genererà un diagramma di pressioni sul muro i cui valori saranno determinati secondo la formulazione di Terzaghi che esprime la pressione alla generica profondità z come:

$$\sigma_h = \frac{2 \cdot Q \cdot W}{\pi} \cdot (\Theta - \sin \Theta \cdot \cos 2\tau)$$

dove:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$W = \frac{\text{sen } \beta}{\text{sen}(\beta + \varepsilon)}$$

### 2.1.3 Spinta del sovraccarico concentrato lineare

Il carico concentrato lineare genera un diagramma delle pressioni sul muro che può essere determinato usando la teoria di Boussinesq:

Essendo:

$d_l$  = distanza del sovraccarico dal muro, in orizzontale

$q_l$  = intensità del carico;

e posto

$$m = \frac{d_l}{H}$$

si ottiene il valore della pressione alla generica profondità  $z$  in base alle seguenti relazioni:

- per  $m \leq 0,4$

$$\sigma_h = 0,203 \cdot \frac{q_l}{H} \cdot \frac{\frac{z}{H}}{\left[0,16 + \left(\frac{z}{H}\right)^2\right]^2}$$

- per  $m > 0,4$

$$\sigma_h = 4 \cdot \frac{q_l}{H \cdot \pi} \cdot \frac{m \cdot \frac{z}{H}}{\left[m^2 + \left(\frac{z}{H}\right)^2\right]^2}$$

### 2.1.4 Spinta attiva dovuta alla coesione

La coesione determina una controspinta sulla parete, pari a:

$$\sigma_h = -2 \cdot C \cdot \sqrt{K_a} \cdot \sqrt{1 + R_{ac}}$$

essendo:

$C$  = coesione dello strato

$R_{ac}$  = rapporto aderenza/coesione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 2.1.5 Spinta interstiziale

La spinta risultante dovuta all'acqua è pari alla differenza tra la pressione interstiziale di monte e di valle.

Nel caso di filtrazione discendente da monte e ascendente da valle:

$$\sigma_h = \tau_w \cdot [H_{wm} \cdot (1 - I_w) - H_{wv} \cdot (1 + I_w)]$$

dove:

H<sub>wm</sub> = quota della falda di monte

H<sub>wv</sub> = quota della falda di valle

Nel caso di filtrazione discendente da valle e ascendente da monte:

$$\sigma_h = \tau_w \cdot [H_{wm} \cdot (1 + I_w) - H_{wv} \cdot (1 - I_w)]$$

### 2.1.6 Spinta passiva

$$\sigma_{hp} \cdot R_p = \sigma_v \cdot K_p \cdot \cos \delta + 2 \cdot C \cdot \sqrt{K_p} \cdot \sqrt{1 + R_{ac}}$$

dove:

σ<sub>hp</sub> = pressione passiva orizzontale

R<sub>p</sub> = coefficiente di riduzione della spinta passiva

σ<sub>v</sub> = pressione verticale

K<sub>p</sub> = coefficiente di spinta passiva dello strato di calcolo

δ = coefficiente di attrito terra-parete

C = coesione

R<sub>ac</sub> = rapporto aderenza/coesione

- per φ <> 0:

$$K_p = \frac{\sin^2(\beta - \phi)}{\sin^2 \beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[ 1 - \left( \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta + \varepsilon)} \right)^{\frac{1}{2}} \right]^2}$$

- per φ = 0:

$$K_p = 1$$



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 2.2 Equilibrio della paratia e calcolo delle sollecitazioni

Il diaframma è una struttura deformabile, per cui in funzione degli spostamenti che assume è in grado di mobilitare pressioni dal terreno circostante. Nella trattazione classica per determinare le spinte sul tratto infisso della paratie si ipotizza che il terreno circostante sia in condizioni di equilibrio limite, per cui ipotizzata una deformata si possono determinare le zone attive e passive del terreno e le relative pressioni.

Questo modo di procedere fornisce buoni risultati nei problemi di progetto e nel caso si vogliono determinare dei valori globali di sicurezza mentre non permette di valutare con buona approssimazione i diagrammi delle sollecitazioni. Inoltre un grande limite è rappresentato dal fatto che i metodi classici non permettono di tenere in conto la presenza di più di un tirante.

Un modo più moderno di affrontare il problema dell'equilibrio delle paratie è quello di utilizzare delle tecniche di soluzione più generali quali quello degli elementi finiti. L'algoritmo di soluzione utilizzato nel programma si può riassumere nei seguenti passi principali:

1. discretizzazione della paratia con elementi trave elastici.
2. modellazione dei tiranti con molle elastiche che reagiscono solo nel caso la paratia si allontani dal terreno (tiranti o sbadacchi).
3. modellazione del terreno in cui è infissa la paratia con molle non lineari con legame costitutivo di tipo bilatero.
4. algoritmo di soluzione per sistemi di equazioni non lineari che utilizza la tecnica della matrice di rigidezza secante.
5. calcolo degli spostamenti della paratia, in particolare gli spostamenti dei tiranti e del fondo scavo che danno preziose informazioni sulla deformabilità del sistema terreno- paratia.
6. calcolo delle sollecitazioni degli elementi trave (taglio, momento).
7. calcolo delle pressioni sul terreno dove è infissa la paratia.

### 2.2.1 Descrizione dell'algoritmo

Si discretizza la paratia in  $n-1$  conci di trave connessi ad  $n$  nodi. Si calcola quindi la matrice di rigidezza elementare del concio e quindi si esegue l'assemblaggio della matrice globale. Ogni nodo presenta due gradi di libertà (spostamento trasversale e rotazione), quindi si hanno in totale  $2 \times n$  gradi di libertà globali.

La matrice di rigidezza assemblata di dimensioni  $(2n \times 2n)$  risulta non invertibile in quando la

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

struttura ammette moti rigidi. I moti rigidi e quindi la labilità della struttura vengono eliminati modellando il terreno in cui la paratia risulta infissa ed i tiranti.

Sia il terreno che i tiranti vengono modellati con delle molle i cui valori di rigidità vengono sommati agli elementi diagonali della matrice globale. I tiranti hanno un legame costitutivo unilatero.

### 2.2.2 Rigidezza del tirante

Se:

L = lunghezza

A = Area del tirante/interasse

E = modulo elastico del tirante

f = angolo di inclinazione

T = sforzo sul tirante/puntone    v = spostamento

ne consegue:

$$K = \frac{A \cdot E}{L} \cdot \cos^2 f$$

$$T = K \times v \quad \text{se } v \geq 0$$

$$T = 0 \quad \text{se } v < 0 \text{ (la paratia si avvicina al terreno)}$$

### 2.2.3 Rigidezza del terreno (Bowles, fondazioni pag.649):

Se:

c = coesione

g peso specifico efficace

Nc, Nq, Ng coefficienti di portanza

z quota infissione

$$K = 40 \times (c \times Nc + 0,5 \times g \times 1 \times Ng) + 40 \times (g \times Nq \times z)$$

Il legame costitutivo pressione terreno–spostamento v della paratia si assume di tipo non lineare bilatero:

vl = 1,5 cm spostamento limite elastico

Pp = pressione passiva

Pu = min(vl×K, Pp) pressione massima sopportata dal terreno

K×v ≤ Pu (fase elastica)

$$P(v) = Pu \quad \text{se } K \times v > Pu \text{ (fase plastica)}$$



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Il sistema non lineare risolvibile risulta quindi:

$K(v)$  matrice secante

$F$  = forze nodali

$F = K(v) v$

$v_i = \text{inv}(K(v_{i-1})) F$  per  $i = 0, \dots, n$

Risolto iterativamente il sistema non lineare si ottengono gli spostamenti nodali e quindi pressioni, sollecitazioni e forze ai tiranti. È importante al fine di una corretta verifica della paratia controllare lo spostamento al fondo scavo della paratia.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 2.3 Ancoraggi

La lunghezza minima del tirante è determinata in maniera tale che la retta passante dalla punta estrema dell'ancoraggio e dal piede del diaframma formi un angolo pari a  $\phi$  (angolo di attrito interno) con la verticale.

### 2.3.1 Blocco di ancoraggio

Il blocco di ancoraggio, nell'ipotesi che esso sia continuo lungo tutta la lunghezza del diaframma, deve dimensionarsi sulla base di un coefficiente di sicurezza che vale:

$$\mu_a = \frac{\tau \cdot H_a^2 \cdot (K_p - K_a)}{2 \cdot T_r}$$

dove:

- $\tau$  = peso specifico del terreno
- $H_a$  = affondamento del blocco di ancoraggio nel terreno
- $K_p$  = coefficiente di spinta passiva
- $K_a$  = coefficiente di spinta attiva
- $T_r$  = forza di trazione sull'ancoraggio

### 2.3.2 Bulbo di ancoraggio di calcestruzzo iniettato sotto pressione

Se:

- $T_u$  = sforzo resistente
- $T_r$  = forza di trazione sull'ancoraggio
- $\mu_a$  = coefficiente di sicurezza
- $A$  = area bulbo
- $p_v$  = pressione verticale
- $f$  = angolo di attrito del terreno
- $K_o$  =  $1 - \sin(f)$  (spinta a riposo)
- $c$  = coesione

allora:

$$T_u = A \cdot \left[ p_v \cdot K_o \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot f\right) + 0,8 \cdot c \right]$$



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 2.4 Verifiche

Il programma esegue le verifiche di resistenza sugli elementi strutturali in funzione della tipologia della paratia. Le verifiche verranno eseguite per tutte le tipologie a scelta dell'utente sia con il metodo delle tensioni ammissibili che con il metodo degli SLU.

Per la generica in particolare la verifica agli S.L.U. prevede solo l'utilizzo di materiali assimilabili ai sensi della normativa vigente all'acciaio Fe360, Fe430 e Fe510. In particolare per il metodo degli S.L.U. si prevede che le azioni di calcolo utilizzate per le verifiche di resistenza derivanti vengano incrementate di un coefficiente parziale pari a 1,50.

Per le sezioni in acciaio la verifica S.L.U. viene effettuato al limite elastico.

Le verifiche saranno effettuate, coerentemente con il metodo selezionato (T.A. S.L.U), rispettando la normativa vigente per le strutture in c.a. ed in acciaio.

Le verifiche saranno effettuate sia sulla sezione della paratia che sugli elementi secondari quali cordoli in c.a. ed in acciaio, testata di ancoraggio in acciaio per le berlinesi.

Le sollecitazioni agenti sul cordolo vengono calcolate schematizzandolo come una trave continua caricata con forze concentrate.

Nel caso di cordoli in c.a. vengono effettuate le verifiche consuete per le travi soggette a momento flettente e taglio.

Nel caso di cordoli realizzati in acciaio vengono effettuate le seguenti verifiche:

- verifica del profilo del longherone calcolato a trave continua e caricato con forze concentrate.
- Verifica del comportamento a mensola della piattabanda del profilo a contatto con i pali della berlinese.
- Verifica che la risultante inclinata del tirante sia interna alla area di contatto costituita dalle piattabande dei profili.
- Verifica della piastra forata della testata sollecitata dal tiro del tirante irrigidita con eventuali nervature.
- Verifica della piastra forata della testata in corrispondenza dello incastro con le nervature laterali della testata. Verifica della saldature corrispondente di tipo II classe a T o completa penetrazione.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 2.5 Specifiche campi della tabella di stampa

La simbologia riportata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

Str. N.ro	: Numero dello strato
Spess.	: Spessore dello strato
Coesione	: Coesione
Rapp. ader/co	: Rapporto Aderenza/Coesione
Ang. attr.	: Angolo di attrito interno del terreno dello strato in esame
Peso spec.	: Peso specifico del terreno secco
Peso effic.	: Peso specifico efficace del terreno saturo
Attr. terra-muro	: Angolo di attrito terra–muro
Descriz.	: Descrizione sintetica dello strato

La simbologia riportata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

Ka	: Coefficiente di spinta attiva
Kas	: Coefficiente di spinta attiva sismica
Kp	: Coefficiente di spinta passiva

La simbologia riportata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

Pq	: pressioni (superiore e inferiore) da sovraccarico distribuito
Pl	: pressioni da sovraccarico lineare
Pa	: pressioni (superiore e inferiore) da spinta attiva
Pc	: pressioni da coesione
Ps	: pressioni (superiore e inferiore) da incremento sismico

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Pn : pressioni inerziali

Pwm : pressioni interstiziali da monte

Pwv : pressioni interstiziali da valle

Pwm : Incremento sismico pressioni interstiziali da monte

Pwvs : Incremento sismico pressioni interstiziali da valle

Dove presente il dato del rigo superiore si riferisce al valore della grandezza all'estremità superiore e quello del rigo inferiore al valore della grandezza all'estremità inferiore del concio di paratia esaminato.

La simbologia riportata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

Nro : Numero del concio a partire dalla testa della paratia

Quota : Quota del fondo del concio, a partire dalla testa della paratia

Pr : Pressione risultante orizzontale (superiore ed inferiore)

Pv : Pressione verticale risultante (superiore ed inferiore)

Mf : Momento flettente

N : Sforzo normale

Tg : Taglio (superiore ed inferiore)

Dove presente il dato del rigo superiore si riferisce al valore della grandezza all'estremità superiore



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

e quello del rigo inferiore al valore della grandezza all'estremità inferiore del concio di paratia esaminato.

La simbologia riportata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

**METODO DI VERIFICA: STATI LIMITI ULTIMI**

**PARATIA CON SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A.**

Nr	: Numero del concio a partire dalla testa della paratia
Quota	: Quota del fondo del concio, a partire dalla testa della paratia
Mf	: Momento flettente di progetto riferito ad una sezione di 1 m.
N	: Sforzo normale di progetto riferito ad una sezione di 1 m.
Am	: Area armature posta sul lembo di monte di una sezione di 1 m.
Av	: Area armature posta sul lembo di valle di una sezione di 1 m.
Comb. Mom	: Numero progressivo della combinazione più gravosa per la verifica a presso flessione
eps.Acc.	: Deformazione massime in % dell'acciaio
eps.CLS.	: Deformazione massime in % del calcestruzzo
T	: Taglio di progetto agente su una sezione di 1 m.
Tu	: Taglio resistente ultimo relativo ad una sezione di 1 m.
Comb.Tagl	: Numero progressivo combinazione più gravosa per la verifica a taglio
passo st.	: Passo armature di ripartizione di progetto

**PARATIA CON PALI IN C.A.**

Nr	: Numero del concio a partire dalla testa della paratia
Quota	: Quota del fondo del concio, a partire dalla testa della paratia
Mf	: Momento flettente di progetto riferito ad un singolo palo
N	: Sforzo normale di progetto riferito ad un singolo palo
Aa	: Area armature riferito ad un singolo palo
Comb. Mom	: Numero progressivo della combinazione più gravosa per la verifica a presso flessione
eps.Acc.	: Deformazione massime in % dell'acciaio

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

eps.CLS. : Deformazione massime in % del calcestruzzo  
T : Taglio di progetto riferito ad un singolo palo  
Tu : Taglio resistente riferito ad un singolo palo  
Comb.Tagl : Numero progressivo combinazione più gravosa per la verifica a taglio  
passo st. : Passo armature di ripartizione di progetto

#### PARATIA CON SEZIONE IN ACCIAIO, BERLINESE E GENERICA

Nr : Numero del concio a partire dalla testa della paratia  
Quota : Quota del fondo del concio, a partire dalla testa della paratia  
Mf : Momento flettente agente sul singolo profilo o palo  
N : Sforzo normale agente sul singolo profilo o palo  
T : Taglio agente sul singolo profilo o palo  
 $\sigma M$  : Tensione normale dovuta a momento flettente  
 $\sigma N$  : Tensione normale dovuta a sforzo normale  
 $\tau$  : Tensione tangenziale  
 $\sigma_{ideale}$  : Tensione ideale. Viene stampato NOVER in caso ecceda il valore limite elastico

#### CORDOLO IN CALCESTRUZZO ARMATO

N.ro : Numero del cordolo  
Mf : Momento flettente massimo  
Aa : Armatura simmetrica posizionata sul lembo teso/compresso  
Mu : Momento ultimo di progetto  
T : Taglio massimo  
Tu : Taglio ultimo di progetto  
passo st. : Passo staffe di progetto

#### CORDOLO IN ACCIAIO

N.ro : Numero del cordolo  
Sigla : Descrizione del profilo dei longheroni

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Mf	: Momento flettente massimo agente sul singolo longherone
T	: Taglio massimo agente sul singolo longherone
SigM	: Tensione normale agente sulla sezione del longherone
Tau	: Tensione tangenziale agente sulla sezione del longherone
Sigl	: Tensione ideale agente sulla sezione del longherone. Viene stampato "NOVER" in caso ecceda il valore limite elastico
SigC	: Tensione normale agente sulla sezione di incastro della piatta banda del longherone a causa della pressione di contatto longherone palo. Viene stampato "NOVER" in caso ecceda il valore limite elastico
Mf	: Momento flettente agente sulla sezione forata della piastra
T	: Taglio massima agente sulla piastra
SigM	: Tensione normale agente sulla sezione forata della piastra
Tau	: Tensione tangenziale massima sulla piastra
Sigl	: Tensione ideale agente sulla sezione forata della piastra. Viene stampato "NOVER" in caso ecceda il valore limite elastico
Mfi	: Momento flettente agente sulla sezione saldata d'incastro della piastra
SigS	: Tensione normale agente sulla saldatura d'incastro della piastra
Sigl	: Tensione ideale agente sulla saldatura d'incastro della piastra. Viene stampato "NOVER" in caso ecceda il valore limite elastico
Mf	: Momento flettente agente sulla sezione delle nervatura laterale ad altezza variabile
N	: Sforzo normale massimo agente sulla sezione delle nervatura laterale ad altezza variabile
T	: Taglio massimo agente sulla sezione delle nervatura laterale ad altezza variabile
SigM	: Tensione normale dovuta a momento flettente agente sulla sezione della nervatura laterale in corrispondenza dell'asse del tirante
SigN	: Tensione normale dovuta a Sforzo Normale agente sulla sezione della nervatura laterale in corrispondenza dell'asse del tirante
Tau	: Tensione tangenziale massima tra la sezione della nervatura laterale in corrispondenza dell'asse del tirante e la sezione di appoggio sul longherone

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

**Sigl** : Tensione ideale massima tra la sezione della nervatura laterale in corrispondenza dell'asse del tirante e la sezione di appoggio sul longherone. Viene stampato "NOVER" in caso ecceda il valore limite elastico

La simbologia riportata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

#### CEDIMENTI VERTICALI TERRENO DI MONTE

- Tipo di Analisi** : Indica il tipo di combinazione e di tabella dei materiali associata
- Comb. N.ro** : Numero combinazione della tabella associata al tipo di analisi (SLU M1, SLU M2, RARA, FREQUENTE, QUASI PERMANENTE)
- Volume (mc)** : Volume del terreno deformato
- DistMax (m.)** : Distanza massima orizzontale dalla paratia alla quale si annullano i cedimenti
- Ced.x =0** : Cedimento verticale a ridosso della paratia
- Ced.x =1/4** : Cedimento verticale ad 1/4 della distanza massima
- Ced.x =2/4** : Cedimento verticale ad 2/4 della distanza massima
- Ced.x =3/4** : Cedimento verticale ad 3/4 della distanza massima

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### **3 Criteri di calcolo muro di sostegno**

#### **3.1 Calcolo delle spinte**

##### **3.1.1 Spinta delle terre**

Si suppone valida l'ipotesi in base alla quale la spinta attiva si ingenera in seguito al movimento del manufatto nella direzione della spinta agente. Le ipotesi di base per il calcolo della spinta sono le seguenti, le medesime adottate dal metodo di calcolo secondo Coulomb, con l'estensione di Muller-Breslau e Mononobe-Okabe:

- In fase di spinta attiva si crea all'interno del terrapieno un cuneo di spinta, che si distacca dal terreno indisturbato tramite linee di frattura rettilinee, lungo le quali il cuneo scorre generando tensioni tangenziali dovute all'attrito.

- Sul cuneo di spinta agiscono le seguenti forze: peso proprio del terreno, sovraccarichi applicati sull'estradosso del terrapieno, spinte normali alle superfici di scorrimento del cuneo (da una parte contro il paramento e dall'altra contro la porzione di terreno indisturbato), forze di attrito che si innescano lungo le superfici del cuneo e che si oppongono allo scorrimento.

- In condizioni sismiche, al peso proprio del cuneo va aggiunta una componente orizzontale, ed eventualmente anche una verticale, pari al peso complessivo moltiplicato per il prodotto dei coefficienti sismici.

- Il fatto che il muro ha spostamenti significativi fa in modo che l'attrito che si genera è pari al valore massimo possibile, sia in condizioni di spinta attiva che di spinta passiva, quindi le risultanti delle reazioni sulle pareti del cuneo risultano inclinate di un angolo  $f$  rispetto alla normale alla superficie di scorrimento.

Il programma C.D.W. Win, pur adottando le stesse ipotesi, piuttosto che utilizzare la formula di Coulomb in forma chiusa, applica la procedura originaria derivante dall'equilibrio delle forze agenti sul cuneo di spinta, cercando il valore di massimo della spinta per tentativi successivi su tutti i possibili cunei di spinta. Così facendo si possono aggiungere alle ipotesi già indicate le seguenti

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

generalizzazioni, che invece devono essere trascurate utilizzando i metodi classici:

- Il terreno spingente può essere costituito da diversi strati, separati da superfici di forma generica, con caratteristiche geotecniche differenti.
- Il profilo dell'estradosso del terrapieno spingente può avere una forma generica qualsiasi, purché coerente con le caratteristiche del terreno.
- I sovraccarichi agenti sul terrapieno possono avere una distribuzione assolutamente libera.
- Può essere tenuta in conto la coesione interna del terreno e la forza di adesione tra terreno e muro.
- Si può calcolare la spinta di un muro con mensola aerea stabilizzante a monte, al di sotto della quale si crea un vuoto nel terreno.
- È possibile conoscere l'esatto andamento delle pressioni agenti sul profilo del muro anche nei casi sopra detti, in cui tale andamento non è lineare, ma la cui distribuzione incide sul calcolo delle sollecitazioni interne.
- Si può supporre anche l'esistenza una linea di rottura del cuneo interna, che va dal vertice estremo della mensola di fondazione a monte fino a intersecare il paramento, inclinata di un certo angolo legato a quello di attrito interno del terreno stesso. Si può quindi conoscere l'esatta forma del cuneo di spinta, per cui le forze in gioco variano in quanto solo una parte di esso è a contatto con il paramento. Il peso proprio del terreno portato sarà solo quello della parte di terrapieno che realmente rimarrà solidale con la fondazione e non risulterà interessato da scorrimenti, quindi in generale un triangolo. Ciò fa sì che il peso gravante sulla fondazione può risultare notevolmente inferiore a quello ricavato con i metodi usuali, dal momento che una parte è già stata conteggiata nel cuneo di spinta.

Per quanto riguarda la spinta passiva, quella del terrapieno a valle, le uniche differenze rispetto a quanto detto consistono nel fatto che le forze di attrito e di coesione tra le superfici di scorrimento del cuneo hanno la direzione opposta che nel caso di spinta attiva, nel senso che si oppongono a

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

un moto di espulsione verso l'alto del cuneo, e la procedura iterativa va alla ricerca di un valore minimo piuttosto che un massimo.

Nei casi di fondazione su pali o muri tirantati si può ritenere più giusto adottare un tipo di spinta a riposo, che considera il cuneo di terreno non ancora formato e spostamenti dell'opera nulli o minimi. Tale spinta è in ogni caso superiore a quella attiva e la sua entità si dovrebbe basare su considerazioni meno semplicistiche. Il programma opera prendendo come riferimento una costante di spinta pari a:

$$K_0 = 1 - 0,9 \times \tan \phi$$

essendo  $\phi$  l'angolo di attrito interno del terreno, formula che si trova diffusamente in letteratura. Se tale deve essere la costante di spinta per un terreno uniforme, ad estradosso rettilineo orizzontale e privo di sovraccarichi e di azione sismica, viene ricavato un fattore di riduzione dell'angolo di attrito interno del terreno, tale che utilizzando questo angolo ridotto e la consueta procedura per il calcolo della spinta attiva, la costante fittizia di spinta attiva corrisponda alla costante a riposo della formula sopra riportata.

Una volta ricavato questo fattore riduttivo, il programma procede al calcolo con le procedure standard, mettendo in gioco le altre variabili, quali la sagomatura dell'estradosso e degli strati, la presenza di sovraccarichi variamente distribuiti e la condizione sismica. La giustificazione di ciò risiede nella considerazione in base alla quale in condizioni di spinta a riposo, gli spostamenti interni al terreno sono ridotti rispetto alla spinta attiva, quindi l'attrito che si mobilita è una parte di quello massimo possibile, e di conseguenza la spinta risultante cresce.

In base a queste considerazioni di ordine generale, il programma opera come segue:

- Si definisce la geometria di tutti i vari cunei di spinta di tentativo, facendo variare l'angolo di scorrimento dalla parte di monte da 0 fino al valore limite  $90 - \phi$ . Quindi in caso di terreno multistrato, la superficie di scorrimento sarà costituita da una spezzata con inclinazioni differenti da strato a strato. Ciò assicura valori di spinta maggiori rispetto a una eventuale linea di scorrimento unica rettilinea. L'angolo di scorrimento interno, quello dalla parte del paramento, qualora si attivi la procedura "Coulomb estes" è posto pari a 3/4 dell'angolo utilizzato a monte. Tale percentuale è quella che massimizza il valore della spinta. È possibile però attivare la procedura "Coulomb classico", in cui tale superficie si mantiene verticale, ma utilizzando in ogni caso l'angolo di attrito

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

tra terreno e muro.

- Si calcola l'entità complessiva dei sovraccarichi agenti sul terrapieno che ricadono nella porzione di estradosso compresa nel cuneo di spinta.

- Si calcola il peso proprio del cuneo di spinta e le eventuali componenti sismiche orizzontali e verticali dovute al peso proprio ed eventualmente anche ai sovraccarichi agenti sull'estradosso.

- Si calcolano le eventuali azioni tangenziali sulle superfici interne dovute alla coesione interna e all'adesione tra terreno e muro.

- In base al rispetto dell'equilibrio alla traslazione verticale e orizzontale, nota l'inclinazione delle spinte sulle superfici interne (pari all'angolo di attrito), sviluppato in base a tutte le forze agenti sul concio, si ricavano le forze incognite, cioè le spinte agenti sul paramento e sulla superficie di scorrimento interna del cuneo.

- Si ripete la procedura per tutti i cunei di tentativo, ottenuti al variare dell'angolo alla base. Il valore massimo (minimo nel caso di spinta passiva) tra tutti quelli calcolati corrisponde alla spinta del terrapieno.

### **3.2 Verifica allo scorrimento**

La verifica al ribaltamento si effettua in sostanza come equilibrio alla rotazione di un corpo rigido sollecitato da un sistema di forze, ciascuna delle quali definita da un'intensità, una direzione e un punto di applicazione.

Non va eseguita se la fondazione è su pali. Le forze che vengono prese in conto sono le seguenti:

- Spinta attiva complessiva del terrapieno a monte.
- Spinta passiva complessiva del terrapieno a valle (da considerare nella quota parte indicata nei dati generali).
- Spinta idrostatica dell'acqua della falda a monte, a valle e sul fondo.
- Forze esplicite applicate sul muro in testa, sulla mensola area a valle e sulla mensola di fondazione a valle.
- Forze massime attivabili nei tiranti per moto di ribaltamento.
- Forze di pretensione dei tiranti.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Peso proprio del muro composto con l'eventuale componente sismica.
- Peso proprio della parte di terrapieno solidale con il muro composto con l'eventuale componente sismica.

Di ciascuna di queste forze verrà calcolato il momento, ribaltante o stabilizzante, rispetto ad un punto che è quello più in basso dell'estremità esterna della mensola di fondazione a valle. In presenza di dente di fondazione disposto a valle, il punto di equilibrio è quello più esterno al di sotto del dente.

Ai fini del calcolo del momento stabilizzante o ribaltante, esso per ciascuna forza è ottenuto dal prodotto dell'intensità della forza per la distanza minima tra la linea d'azione della forza e il punto di rotazione. Qualora tale singolo momento abbia un effetto ribaltante verrà conteggiato nel momento ribaltante complessivo, qualora invece abbia un effetto stabilizzante farà parte del momento stabilizzante complessivo. Può quindi accadere che il momento ribaltante sia pari a 0, e ciò fisicamente significa che incrementando qualunque forza, ma mantenendone la linea d'azione, il muro non andrà mai in ribaltamento.

Il coefficiente di sicurezza al ribaltamento è dato dal rapporto tra il momento stabilizzante complessivo e quello ribaltante. La verifica viene effettuata per tutte le combinazioni di carico previste.

Nel caso di fondazione diretta, si assume quale carico limite che provoca la rottura del terreno di fondazione quello espresso dalla formula di Brinch-Hansen. Tale formula fornisce il valore della pressione media limite sulla superficie d'impronta della fondazione, eventualmente parzializzata in base all'eccentricità. Esiste un tipo di pressione limite a lungo termine, in condizioni drenate, e un altro a breve termine in eventuali condizioni non drenate.

Le espressioni complete utilizzate sono le seguenti:

- *In condizioni drenate:*

$$Q_{lim} = \frac{1}{2} \Gamma \cdot B \cdot N_g \cdot i_g \cdot d_g \cdot b_g \cdot s_g \cdot g_g + C \cdot N_c \cdot i_c \cdot d_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot g_c + Q \cdot N_q \cdot i_q \cdot d_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot g_q$$

- *In condizioni non drenate:*

$$Q_{lim} = C_u \cdot N_c \cdot i_c \cdot d_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot g_c + Q \cdot i_q \cdot d_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot g_q$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

**Fattori di portanza,  $\phi$  in gradi:**

$$N_q = \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi$$

$$N_{c'} = 2 + \pi$$

$$N_g = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$$

**Fattori di forma:**

$$s_q = 1 + 0,1 \cdot \frac{B}{L} \cdot \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

$$s_{q'} = 1$$

$$s_c = 1 + 0,2 \cdot \frac{B}{L} \cdot \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

$$s_{c'} = 1 + 0,2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$s_g = s_q$$

**Fattori di profondità,  $K$  espresso in radianti:**

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot K$$

$$d_{q'} = 1$$

$$d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot \tan \phi}$$

$$d_g = 1$$

dove  $K = \frac{D}{B}$  se  $\frac{D}{B} \leq 1$  o  $K = \arctan \frac{D}{B}$  se  $\frac{D}{B} > 1$

**Fattori di inclinazione dei carichi:**

$$i_q = \left[ 1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot C_a \cdot \cot \phi} \right]^m$$

$$i_{q'} = 1$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \phi}$$

$$i_{c'} = 1 - \frac{m \cdot H}{B \cdot L \cdot C_u \cdot N_c}$$

$$i_g = \left[ 1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot C_a \cdot \cot \phi} \right]^{m+1}$$

$$\text{con } m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

*Fattori di inclinazione del piano di posa,  $\eta$  in radianti:*

$$b_q = (1 - \eta \cdot \tan \phi)^2$$

$$b_{q'} = 1$$

$$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan \phi}$$

$$b_{c'} = 1 - 2 \cdot \frac{\eta}{N_{c'}}$$

$$b_g = g_q$$

*Fattori di inclinazione del terreno,  $\beta$  in radianti:*

$$g_q = (1 - \tan \beta)^2$$

$$g_{q'} = 1$$

$$g_c = 1 - 2 \cdot \frac{\beta}{N_{c'}}$$

$$g_g = g_q$$

essendo:

- $\Gamma$  = peso specifico del terreno di fondazione
- $Q$  = sovraccarico verticale agente ai bordi della fondazione
- $e$  = eccentricità della risultante  $M/N$  in valore assoluto
- $B$  =  $B_t - 2 \times e$ , larghezza della fondazione parzializzata
- $B_t$  = larghezza totale della fondazione
- $C$  = coesione del terreno di fondazione
- $D$  = profondità del piano di posa
- $L$  = sviluppo della fondazione
- $H$  = componente del carico parallela alla fondazione
- $V$  = componente del carico ortogonale alla fondazione
- $C_u$  = coesione non drenata del terreno di fondazione
- $Ca$  = adesione alla base tra terreno e muro
- $\eta$  = angolo di inclinazione del piano di posa
- $\beta$  = inclinazione terrapieno a valle, se verso il basso (quindi  $\geq 0$ )

### 3.3 Muri in calcestruzzo a mensola

Sulle sezioni del paramento e delle varie mensole, aeree e di fondazione, si effettua il progetto delle armature e le verifiche a presso-flessione e taglio in corrispondenza di tutte le sezioni singolari (punti di attacco e di spigolo) e in tutte quelle intermedie ad un passo pari a quello imposto nei dati generali. Vengono applicate le formule classiche relative alle sezioni rettangolari in cemento armato, con il progetto dell'armatura necessaria.

### 3.4 Legenda delle abbreviazioni

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## PRESSIONI SUL MURO

<b>X pres.</b>	: <i>Ascissa del punto su cui insiste la pressione</i>
<b>Y pres.</b>	: <i>Ordinata del punto su cui insiste la pressione</i>
<b>X muro</b>	: <i>Ascissa del punto del paramento che si trova alla stessa altezza</i>
<b>X rott.</b>	: <i>Ascissa del punto della superficie di scivolamento a monte del cuneo di rottura alla stessa altezza</i>
<b>Zona</b>	: <i>Indica se la pressione è relativa al tratto di muro immediatamente precedente o seguente rispetto al punto indicato, dall'alto verso il basso (superiore e inferiore) per quanto riguarda le pressioni del terrapieno, in senso orario (precedente e seguente) per quanto riguarda le pressioni sul muro</i>
<b>Or.tot</b>	: <i>Componente orizzontale della pressione efficace complessiva</i>
<b>Ver.tot</b>	: <i>Componente verticale della pressione efficace complessiva</i>
<b>Or.sta</b>	: <i>Componente orizzontale della pressione efficace dovuta alla sola spinta statica del terreno</i>
<b>Ver.sta</b>	: <i>Componente verticale della pressione efficace dovuta alla sola spinta statica del terreno</i>
<b>Or.sis</b>	: <i>Componente orizzontale della pressione efficace dovuta al solo effetto del sisma</i>
<b>Ver.sis</b>	: <i>Componente verticale della pressione efficace dovuta al solo effetto del sisma</i>
<b>Or.coe</b>	: <i>Componente orizzontale della pressione efficace dovuta al solo effetto della coesione</i>
<b>Ver.coe</b>	: <i>Componente verticale della pressione efficace dovuta al solo effetto della coesione</i>
<b>Or.fal</b>	: <i>Componente orizzontale della pressione efficace dovuta al solo effetto della falda</i>
<b>Ver.fal</b>	: <i>Componente verticale della pressione efficace dovuta al solo effetto della falda</i>
<b>Or.car</b>	: <i>Componente orizzontale della pressione efficace dovuta al solo effetto dei sovraccarichi applicati sul terrapieno</i>
<b>Ver.car</b>	: <i>Componente verticale della pressione efficace dovuta al solo effetto dei sovraccarichi applicati sul terrapieno</i>
<b>Or.tpr</b>	: <i>Componente orizzontale della pressione efficace aggiuntiva dovuta alla pretensione dei tiranti</i>
<b>Ver.tpr</b>	: <i>Componente verticale della pressione efficace aggiuntiva dovuta alla pretensione dei tiranti</i>
<b>X vert.</b>	: <i>Ascissa del punto di muro su cui agisce la pressione</i>
<b>Y vert.</b>	: <i>Ordinata del punto di muro su cui agisce la pressione</i>
<b>Or.terr.</b>	: <i>Componente orizzontale della pressione efficace complessiva agente sul muro</i>
<b>Ver.terr.</b>	: <i>Componente verticale della pressione efficace complessiva agente sul muro</i>
<b>Or.acqua</b>	: <i>Componente orizzontale della pressione agente sul muro dovuta all'acqua</i>
<b>Ver.acqua</b>	: <i>Componente verticale della pressione agente sul muro dovuta all'acqua</i>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

N.B.: Ascisse e altezze si intendono misurate a partire dal punto più a valle della fondazione del muro, quello attorno a cui avviene l'ipotetica rotazione del ribaltamento.

Tutte le pressioni orizzontali si intendono positive se rivolte verso valle, quelle verticali se rivolte verso il basso. Per pressione efficace si intende quella al netto dell'eventuale spinta idrostatica dell'acqua.

### SPINTE DEL TERRAPIENO

<b>Cmb n.</b>	: Numero della combinazione di carico
<b>Fx tot</b>	: Componente orizzontale della spinta complessiva del terrapieno
<b>Fy tot</b>	: Componente verticale della spinta complessiva del terrapieno
<b>H tot</b>	: Altezza del punto di applicazione della risultante della spinta del terrapieno
<b>X tot</b>	: Ascissa del punto di applicazione della risultante della spinta del terrapieno
<b>Fx tp</b>	: Componente orizzontale della spinta dovuta al peso proprio del terreno portato dalla mensola di fondazione
<b>Fy tp</b>	: Componente verticale della spinta dovuta al peso proprio del terreno portato dalla mensola di fondazione
<b>H tp</b>	: Altezza del punto di applicazione della risultante della spinta dovuta al peso proprio del terreno portato dalla mensola di fondazione
<b>X tp</b>	: Ascissa del punto di applicazione della risultante della spinta dovuta al peso proprio del terreno portato dalla mensola di fondazione
<b>Fx esp</b>	: Componente orizzontale della spinta aggiuntiva esplicita
<b>Fy esp</b>	: Componente verticale della spinta aggiuntiva esplicita
<b>H esp</b>	: Altezza del punto di applicazione della risultante della spinta aggiuntiva esplicita
<b>X esp</b>	: Ascissa del punto di applicazione della risultante della spinta aggiuntiva esplicita
<b>Fx w</b>	: Componente orizzontale della spinta dell'acqua
<b>Fy w</b>	: Componente verticale della spinta dell'acqua
<b>H w</b>	: Altezza del punto di applicazione della risultante della spinta dell'acqua
<b>X w</b>	: Ascissa del punto di applicazione della risultante della spinta dell'acqua
<b>K sta</b>	: Costante di spinta statica
<b>K sis</b>	: Costante di spinta sismica
<b>C sif</b>	: Coefficiente di sicurezza al sifonamento (dato assente se non è stata eseguita la verifica)

### CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE NEL MURO

<b>Distanza</b>	: Distanza della sezione dalla sezione iniziale del tipo di elemento (estremo libero)
<b>Angolo</b>	: Angolo di inclinazione della sezione rispetto al piano orizzontale
<b>N</b>	: Sforzo normale, positivo se di compressione
<b>M</b>	: Momento flettente, positivo se antiorario (ribaltante)
<b>T</b>	: Sforzo di taglio, positivo se diretto verso sinistra (lembo più a valle)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## VERIFICHE PER IL MURO IN C.A.

**Sez. N.** : *Numero della sezione da verificare*

**Ele** : *Tipo di elemento verificato:*

- 1 = PARAMENTO
- 2 = MENSOLA AEREA A VALLE
- 3 = MENSOLA AEREA A MONTE
- 4 = MENSOLA DI FONDAZIONE A VALLE
- 5 = MENSOLA DI FONDAZIONE A MONTE
- 6 = DENTE DI FONDAZIONE
- 7 = SEZIONE TRASVERSALE PARAMENTO
- 8 = SEZIONE TRASVERSALE FONDAZIONE
- 9 = CONTRAFFORTE
- 10 = CORDOLO

**Dist** : *Distanza della sezione dalla sezione iniziale del tipo di elemento (mezzeria della campata per sezioni verticali del paramento e cordoli)*

**H** : *Altezza della sezione*

**B** : *Larghezza della sezione (nel caso di contrafforti con sezione a T, tale dato è relativo alla larghezza dell'anima della sezione, al netto quindi dei tratti di paramento collaborante)*

**Xg** : *Ascissa del baricentro della sezione*

**Yg** : *Altezza del baricentro della sezione. Ascissa e altezza si intendono misurate a partire dal punto più a valle della fondazione del muro, quello attorno a cui avviene l'ipotetica rotazione del ribaltamento*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Ang** : *Angolo di inclinazione della sezione rispetto al piano orizzontale*
- Cmb fle** : *Combinazione di carico più gravosa a presso-flessione. Un valore maggiore di 100 indica una combinazione del tipo A2*
- Nsdu** : *Sforzo normale di calcolo relativo alla combinazione più gravosa a presso-flessione, agente su 1 metro di muro o su tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli. Positivo se di compressione*
- Msdu** : *Momento flettente di calcolo relativo alla combinazione più gravosa a presso-flessione, agente su 1 metro di muro o su tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli. Positivo se antiorario (ribaltante)*
- A sin** : *Area di armatura nel lembo di sinistra (quello più a valle) della sezione, relativa a 1 metro di muro o a tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli (nel caso di contrafforti con sezione a T, tale area va distribuita su tutta la larghezza delle ali e non è cumulabile all'area dei corrispondenti ferri verticali per la sezione orizzontale del paramento in quanto in essa già compresa)*
- A des** : *Area di armatura nel lembo di destra (quello più a monte) della sezione, relativa a 1 metro di muro o a tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli*
- An. s** : *Angolo della armatura di sinistra rispetto alla normale della sezione. L'angolo si intende positivo se l'armatura va a divergere all'aumentare della distanza*
- An. d** : *Angolo della armatura di destra rispetto alla normale della sezione. L'angolo si intende positivo se l'armatura va a divergere all'aumentare della distanza*
- Nrdu** : *Sforzo normale associato al momento resistente ultimo sulla sezione, agente su 1 metro di muro o su tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli. Positivo se di compressione*
- Mrdu** : *Momento flettente resistente ultimo sulla sezione, agente su 1 metro di muro o su tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli*
- Cmb tag** : *Combinazione di carico più gravosa a taglio. Un valore maggiore di 100 indica una combinazione del tipo A2*
- Vsdu** : *Sforzo di taglio di calcolo relativo alla combinazione più gravosa a taglio, agente su 1 metro di muro o su tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli. Positivo se diretto verso sinistra (lembo più a valle)*
- Vrdu c** : *Taglio resistente ultimo di calcolo per il meccanismo resistente affidato al calcestruzzo*
- Vrdu s** : *Taglio resistente ultimo di calcolo per il meccanismo resistente affidato alle staffe*
- A sta** : *Area di staffe necessaria nel concio precedente la sezione*
- Verif.** : *Indicazione soddisfacimento delle verifiche di resistenza*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## VERIFICHE FESSURAZIONE MURI

<b>Muro N.</b>	: Numero del muro
<b>Ele</b>	: Tipo di elemento verificato
<b>Tipo Comb</b>	: Tipo di combinazione di carico
<b>Cmb fes</b>	: Combinazione di carico più gravosa a fessurazione, tra quelle del tipo considerato
<b>Sez. fes</b>	: Sezione dell'elemento in cui risulta più gravosa la verifica a fessurazione
<b>N fes</b>	: Sforzo normale di calcolo in corrispondenza della sezione considerata
<b>M fes</b>	: Momento flettente di calcolo in corrispondenza della sezione considerata
<b>Dist.</b>	: Distanza media tra le fessure in condizioni di esercizio
<b>W ese</b>	: Ampiezza media delle fessure in condizioni di esercizio
<b>W max</b>	: Ampiezza massima limite tra le fessure
<b>Verifica</b>	: Indicazione soddisfacimento delle verifiche

## VERIFICHE TENSIONI DI ESERCIZIO MURI

<b>Muro N.</b>	: Numero del muro
<b>Ele</b>	: Tipo di elemento verificato
<b>Tipo Comb</b>	: Tipo di combinazione di carico
<b>Cmb <math>\hat{\sigma}_c</math></b>	: Combinazione di carico più gravosa per le tensioni nel calcestruzzo, tra quelle del tipo considerato
<b>Sez. <math>\sigma_c</math></b>	: Sezione del palo nella quale la verifica della tensione nel calcestruzzo è più gravosa
<b>N <math>\sigma_c</math></b>	: Sforzo normale di calcolo in corrispondenza della sezione considerata
<b>M <math>\sigma_c</math></b>	: Momento flettente di calcolo in corrispondenza della sezione considerata
<b><math>\sigma_c</math></b>	: Tensione massima nel calcestruzzo in condizioni di esercizio
<b><math>\sigma_c</math> max</b>	: Tensione massima limite nel calcestruzzo
<b>Cmb <math>\sigma_f</math></b>	: Combinazione di carico più gravosa per le tensioni nell'acciaio, tra quelle del tipo considerato



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> CZ0490_F0

- Sez.  $\sigma_f$**  : Sezione del palo nella quale la verifica della tensione nell'acciaio è più gravosa  
**N  $\sigma_f$**  : Sforzo normale di calcolo in corrispondenza della sezione considerata  
**M  $\sigma_f$**  : Momento flettente di calcolo in corrispondenza della sezione considerata  
 **$\sigma_f$**  : Tensione massima nell'acciaio in condizioni di esercizio  
 **$\sigma_f \max$**  : Tensione massima limite nell'acciaio  
**Verifica** : Indicazione soddisfacimento delle verifiche

## 4 Dati di calcolo “Paratia”

DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI			
DATI GENERALI			
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	SECONDA
Longitudine Est (Grd)	15,58250	Latitudine Nord (Grd)	38,25663
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	2,00000
PARAMETRI SISMICI S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo Ritorno Anni	50,00
Accelerazione Ag/g	0,08	Fattore Stratigr. 'S'	1,50
PARAMETRI SISMICI S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo Ritorno Anni	475,00
Accelerazione Ag/g	0,23	Fattore Stratigr. 'S'	1,37
COEFFICIENTI DI SPINTA SISMICA			
Coeff deformab. Alfa	0,78	Coeff. Spostam. Beta	0,42
Coeff. Orizzontale	0,21	Coeff. Verticale	0,10
DATI PARATIA			
Tipo diaframma	A SBALZO		
Moto di filtrazione	ASSENTE		
Tipo di paratia	PALI IN C.A.		
Tipo verifica sezioni	D.M. 2008		
Numero Condizioni di Carico	2		
Numero Fasi di calcolo	11		
Sbancamento Aggiuntivo Quota Tirante [m]	4,00		
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA			
	TABELLA M1	TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1,00	1,25	
Peso Specifico	1,00	1,00	
Coesione Efficace (c'k)	1,00	1,25	
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1,00	1,40	

P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
CZ0490\_F0

Rev Data  
F0 20/06/2011

DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI			
CEMENTO ARMATO PARATIE			
Classe Calcestruzzo	C28/35	Classe Acciaio	B 450 C
Modulo Elastico CLS	323082 kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2	Tipo Armatura	SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	280,0 kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA X0
Resist. Calcolo 'fcd'	158,0 kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4400,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	158,0 kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4400,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20 %	Resist. Calcolo'fyd'	3826,0 kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35 %	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00 %
Fessura Max.Comb.Rare	mm	Sigma CLS Comb.Rare	168,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,2 mm	Sigma CLS Comb.Perm	126,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,3 mm	Sigma Acc Comb.Rare	3520,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500 kg/mc		

DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI		
CEMENTO ARMATO PALI		
Copriferro	5,0	cm
Passo minimo armatura staffe	10	cm
Passo massimo armatura staffe	20	cm
Step passo armatura staffe	5	cm
Diametro ferro staffe	10	mm
Tipo staffatura		Elicoidale
Diametro ferro armatura longitudinale	24	mm
Numero minimo ferri per palo	6	--

GEOMETRIA PARATIA	
GEOMETRIA DIAFRAMMA	
Diametro pali [m]	1,00
Interasse pali [m]	1,20
Modulo elastico pali [kg/cmq]	300000,00
Quota estradosso terrapieno [m]	0,00
Spessore terrapieno [m]	5,50
Profondita' di infissione [m]	12,50
Quota falda di monte [m]	30,00
Quota falda di valle [m]	30,00
Inclinazione terrapieno di monte [°]	30,00
Inclinazione terrapieno di valle [°]	0,00
Distanza terrapieno orizzontale [m]	14,00
Passo di discretizzazione [m]	0,50
Rigidezza alla trasl. orizz. [t/m]	0,00
Rigidezza alla rotazione [t]	0,00
Numero file pali	1
Tipo sfalsamento pali	Pali Allineati
Interasse file [m]	1,00
Aggetto minimo [m]	0,00

**P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
CZ0490\_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

**GEOMETRIA PARATIA**

**CORDOLO DI TESTA IN C.L.S.**

Aggetto lato valle [m]	0,20
Aggetto lato monte [m]	0,20
Altezza [m]	1,00

**STRATIGRAFIA**

**STRATIGRAFIA**

Strato N.ro	Spess. m	Coes. kg/cm <sup>2</sup>	Rapp. ader/co	Ang.attr Grd	Peso spec kg/m <sup>3</sup>	Peso effc kg/m <sup>3</sup>	Attr. terra-muro	Kw Orizz kg/cm <sup>2</sup>	Descrizione
1	40,00	0,000	0,500	34,00	1900	900	22,00	BOWELS	

**SOVRACCARICHI - CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 1**

**SOVRACCARICHI**

Sovraccarico uniform. distrib. sul terrapieno [kg/mq]:	900,00
Distanza del sovraccarico distrib. dalla paratia [m]:	15,00
Distanza verticale del carico dal piano di campagna [m]:	0,00
Sovraccarico lineare sul terrapieno [kg/m]:	0,00
Distanza del sovraccarico lineare dalla paratia [m]:	0,00
Distanza verticale del carico dal piano di campagna [m]:	0,00
Forza verticale concentrata sulla paratia [kg]:	0
Eccentricita' forza verticale dalla mezzeria paratia [m]:	0,00
Forza orizzontale concentrata sulla paratia [kg]:	0
Sovraccarico uniform. distrib. terrap. valle [kg/mq]:	900,00

**SOVRACCARICHI - CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 2**

**SOVRACCARICHI**

Sovraccarico uniform. distrib. sul terrapieno [kg/mq]:	900,00
Distanza del sovraccarico distrib. dalla paratia [m]:	0,00
Distanza verticale del carico dal piano di campagna [m]:	0,00
Sovraccarico lineare sul terrapieno [kg/m]:	0,00
Distanza del sovraccarico lineare dalla paratia [m]:	0,00
Distanza verticale del carico dal piano di campagna [m]:	0,00
Forza verticale concentrata sulla paratia [kg]:	0
Eccentricita' forza verticale dalla mezzeria paratia [m]:	0,00
Forza orizzontale concentrata sulla paratia [kg]:	0
Sovraccarico uniform. distrib. terrap. valle [kg/mq]:	0,00

Num.	Condizione
1	PERMANENTE
2	Traffico Veicolare

**COMBINAZIONI CARICHI**

**COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U.M 1**

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,50	0,00									0,00
2	1,50	1,50									0,00
3	1,00	1,00									1,00

**COMBINAZIONI CARICHI**

**COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U.M 2**

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,30	0,00									0,00
2	1,30	1,30									0,00
3	1,00	1,00									1,00

P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
CZ0490\_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011

COMBINAZIONI CARICHI											
COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. RARA											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,00	0,00									
2	1,00	1,00									

COMBINAZIONI CARICHI											
COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. FREQ.											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,00	1,00									
2	1,00	1,00									

COMBINAZIONI CARICHI											
COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. PERM.											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,00	1,00									

COMBINAZIONI CARICHI											
COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. FASI COSTRUTTIVE											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,40	0,00									

COEFFICIENTI DI SPINTA							
N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'			TABELLA 'A2'		
		Ka	Kas	Kp	Ka	Kas	Kp
1	0,50	0,46078	0,58821	8,64100	0,83531	0,28975	6,03563
2	1,00	0,46078	0,58821	8,64100	0,83531	0,28975	6,03563
3	1,50	0,46078	0,58821	8,64100	0,83531	0,28975	6,03563
4	2,00	0,46078	0,58821	8,64100	0,83531	0,28975	6,03563
5	2,50	0,46078	0,58821	8,64100	0,83531	0,28975	6,03563
6	3,00	0,46078	0,58821	8,64100	0,83531	0,28975	6,03563
7	3,50	0,46078	0,58821	8,64100	0,83531	0,28975	6,03563
8	4,00	0,46078	0,58821	8,64100	0,83531	0,28975	6,03563
9	4,50	0,46078	0,58821	8,64100	0,83531	0,28975	6,03563
10	5,00	0,46078	0,58821	8,64100	0,83531	0,28975	6,03563
11	5,50	0,46078	0,58821	8,64100	0,83531	0,28975	6,03563
12	6,00			8,64100			6,03563
13	6,50			8,64100			6,03563
14	7,00			8,64100			6,03563
15	7,50			8,64100			6,03563

P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
CZ0490\_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011

COEFFICIENTI DI SPINTA							
		TABELLA 'A1'			TABELLA 'A2'		
N.ro	Quota m	Ka	Kas	Kp	Ka	Kas	Kp
16	8,00			8,64100			6,03563
17	8,50			8,64100			6,03563
18	9,00			8,64100			6,03563
19	9,50			8,64100			6,03563
20	10,00			8,64100			6,03563
21	10,50			8,64100			6,03563
22	11,00			8,64100			6,03563
23	11,50			8,64100			6,03563
24	12,00			8,64100			6,03563
25	12,50			8,64100			6,03563
26	13,00			8,64100			6,03563
27	13,50			8,64100			6,03563
28	14,00			8,64100			6,03563
29	14,50			8,64100			6,03563
30	15,00			8,64100			6,03563
31	15,50			8,64100			6,03563
32	16,00			8,64100			6,03563
33	16,50			8,64100			6,03563
34	17,00			8,64100			6,03563
35	17,50			8,64100			6,03563
36	18,00			8,64100			6,03563

VERIFICHE DI SICUREZZA	
RISULTATI DI CALCOLO	
Momento flettente massimo [kg·m/m]	-138952
Quota di momento flettente massimo [m]	8,00
Spostamento a fondo scavo [mm]	14,79
Scarto finale della analisi non lineare (E-04)	0
Convergenza analisi non lineare	SODDISFATTA
Infissione analisi non lineare	SUFFICIENTE
Coefficiente di sicurezza dell' infissione	2,0833
Moltiplicatore di collasso dei carichi	3,1000

**P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO**

Codice documento  
CZ0490\_F0

Rev Data  
F0 20/06/2011

VERIFICHE DI RESISTENZA SEZIONI PARATIA A FLESSIONE											
VERIFICHE SEZIONI PARATIA IN C.L.S.											
Nr.	Quota (m)	Mf (kgm)	N (Kg)	Aa (cmq)	Comb. Mom.	eps Acc. (%)	eps CLS (%)	T (kg)	Tu (Kg)	Comb. Tagl.	passo st. (cm.)
1	0,50	-264		27,1	5	0,0015	-0,005	1056	44041	5	20
2	1,00	-1218		27,1	5	0,0069	-0,021	2757	44041	5	20
3	1,50	-3183		27,1	5	0,0181	-0,055	5106	44041	5	20
4	2,00	-6485		27,1	5	0,0369	-0,113	8102	44041	5	20
5	2,50	-11447		27,1	5	0,0651	-0,201	11745	44041	5	20
6	3,00	-18392		27,1	5	0,1049	-0,327	16034	44041	5	20
7	3,50	-27643		27,1	5	0,1580	-0,498	20970	44041	5	20
8	4,00	-39523		27,1	5	0,4180	-1,049	26551	44041	5	20
9	4,50	-54355		36,2	5	0,6134	-1,570	32778	44041	5	20
10	5,00	-72462		49,8	5	0,8164	-2,178	39650	44041	5	20
11	5,50	-94166		63,3	5	0,8931	-2,559	47167	58721	5	15
12	6,00	-116755		81,4	5	0,7964	-2,690	43192	58721	5	15
13	6,50	-136673		95,0	5	0,8623	-3,119	36483	44041	5	20
14	7,00	-152554		108,6	5	0,8913	-3,064	27042	44041	5	20
15	7,50	-163031		117,6	5	0,8582	-3,048	14872	44041	5	20
16	8,00	-166742		122,1	5	0,9374	-3,220	-26	44041	5	20
17	8,50	-162322		117,6	5	0,9418	-3,264	-24033	44041	4	20
18	9,00	-150346		108,6	5	0,7997	-2,792	-31695	44041	4	20
19	9,50	-133046		95,0	5	0,8417	-2,639	-37663	44041	5	20
20	10,00	-112521		76,9	5	0,8358	-2,800	-42395	44041	5	20
21	10,50	-90587		63,3	5	0,7669	-2,008	-43797	44041	5	20
22	11,00	-68726		45,2	5	0,7492	-2,032	-41839	44041	5	20
23	11,50	-48790		31,7	5	0,6759	-1,595	-36937	44041	5	20

VERIFICHE DI RESISTENZA SEZIONI PARATIA A FLESSIONE											
VERIFICHE SEZIONI PARATIA IN C.L.S.											
Nr.	Quota (m)	Mf (kgm)	N (Kg)	Aa (cmq)	Comb. Mom.	eps Acc. (%)	eps CLS (%)	T (kg)	Tu (Kg)	Comb. Tagl.	passo st. (cm.)
24	12,00	-31851		27,1	5	0,1822	-0,578	-30498	44041	5	20
25	12,50	-18361		27,1	5	0,1047	-0,326	-23598	44041	5	20
26	13,00	-8319		27,1	5	0,0473	-0,146	-16998	44041	5	20
27	13,50	2171		27,1	1	0,0123	-0,038	-11175	44041	5	20
28	14,00	4267		27,1	4	0,0242	-0,074	-6377	44041	5	20
29	14,50	5090		27,1	4	0,0289	-0,089	-2682	44041	5	20
30	15,00	5464		27,1	5	0,0310	-0,095	-53	44041	5	20
31	15,50	4955		27,1	5	0,0282	-0,086	1861	44041	4	20
32	16,00	3843		27,1	5	0,0218	-0,067	2430	44041	5	20
33	16,50	2521		27,1	5	0,0143	-0,044	2554	44041	5	20
34	17,00	1291		27,1	5	0,0073	-0,022	2150	44041	5	20
35	17,50	377		27,1	5	0,0021	-0,007	1301	44041	5	20
36	18,00	0		27,1	5	0,0000	0,0000	0	44041	5	20

CEDIMENTI VERTICALI TERRENO DI MONTE								
Tipo di Analisi	Comb. N.ro	Volume (mc)	DistMax (m)	Ced.x=0 mm	Ced.1/4 mm	Ced.2/4 mm	Ced.3/4 mm	
SLU M1	1	0,065	5,05	51,5	29,0	12,9	3,2	
SLU M1	2	0,079	5,05	62,2	35,0	15,5	3,9	
SLU M1	3	0,135	5,32	101,6	57,2	25,4	6,4	
SLU M2	1	0,117	5,32	88,2	49,6	22,0	5,5	
SLU M2	2	0,153	5,32	115,0	64,7	28,8	7,2	
SLU M2	3	0,198	5,58	141,8	79,7	35,4	8,9	
RARA	1	0,046	5,05	36,4	20,4	9,1	2,3	
RARA	2	0,055	5,05	43,5	24,5	10,9	2,7	
FREQ.	1	0,055	5,05	43,5	24,5	10,9	2,7	
FREQ.	2	0,055	5,05	43,5	24,5	10,9	2,7	
PERM.	1	0,055	5,05	43,5	24,5	10,9	2,7	

**P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
CZ0490\_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1											
Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)	
0,50	15,89		1,00	14,69		1,50	13,49		2,00	12,30	
3,00	9,93		3,50	8,76		4,00	7,62		4,50	6,51	
5,50	4,44		6,00	3,52		6,50	2,70		7,00	1,99	
8,00	0,91		8,50	0,54		9,00	0,26		9,50	0,06	
10,50	-0,13		11,00	-0,17		11,50	-0,17		12,00	-0,15	
13,00	-0,10		13,50	-0,08		14,00	-0,05		14,50	-0,03	
15,50	-0,01		16,00	0,00		16,50	0,01		17,00	0,01	
18,00	0,02								17,50	0,02	

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2											
Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)	
0,50	19,28		1,00	17,81		1,50	16,35		2,00	14,88	
3,00	11,99		3,50	10,57		4,00	9,17		4,50	7,83	
5,50	5,33		6,00	4,22		6,50	3,23		7,00	2,38	
8,00	1,08		8,50	0,63		9,00	0,30		9,50	0,07	
10,50	-0,16		11,00	-0,20		11,50	-0,20		12,00	-0,19	
13,00	-0,13		13,50	-0,09		14,00	-0,06		14,50	-0,04	
15,50	-0,01		16,00	0,00		16,50	0,01		17,00	0,02	
18,00	0,03								17,50	0,02	

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 3											
Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)	
0,50	32,12		1,00	29,77		1,50	27,42		2,00	25,08	
3,00	20,43		3,50	18,14		4,00	15,89		4,50	13,70	
5,50	9,59		6,00	7,74		6,50	6,05		7,00	4,57	
8,00	2,26		8,50	1,42		9,00	0,78		9,50	0,32	
									10,00	0,01	

SOFTWARE: C.D.B. - Computer Design of Bulkheads - Rel.2009 - Lic. Nro: 7977

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 3											
Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)	
10,50	-0,19		11,00	-0,29		11,50	-0,32		12,00	-0,31	
13,00	-0,23		13,50	-0,18		14,00	-0,13		14,50	-0,08	
15,50	-0,02		16,00	0,00		16,50	0,02		17,00	0,03	
18,00	0,05								17,50	0,04	

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1											
Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)	
0,50	27,91		1,00	25,87		1,50	23,84		2,00	21,80	
3,00	17,76		3,50	15,77		4,00	13,81		4,50	11,90	
5,50	8,31		6,00	6,69		6,50	5,22		7,00	3,92	
8,00	1,91		8,50	1,19		9,00	0,64		9,50	0,25	
10,50	-0,18		11,00	-0,26		11,50	-0,29		12,00	-0,27	
13,00	-0,20		13,50	-0,15		14,00	-0,11		14,50	-0,07	
15,50	-0,02		16,00	0,00		16,50	0,01		17,00	0,03	
18,00	0,05								17,50	0,04	

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2											
Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)	
0,50	36,15		1,00	33,53		1,50	30,90		2,00	28,28	
3,00	23,07		3,50	20,51		4,00	18,00		4,50	15,55	
5,50	10,95		6,00	8,86		6,50	6,96		7,00	5,28	
8,00	2,64		8,50	1,68		9,00	0,94		9,50	0,41	
10,50	-0,19		11,00	-0,31		11,50	-0,36		12,00	-0,35	
13,00	-0,26		13,50	-0,20		14,00	-0,15		14,50	-0,10	
15,50	-0,03		16,00	0,00		16,50	0,02		17,00	0,03	
18,00	0,06								17,50	0,05	

**P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
CZ0490\_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 3											
Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)	
0,50	45,09		1,00	41,94		1,50	38,80		2,00	35,67	
3,00	29,44		3,50	26,37		4,00	23,35		4,50	20,39	
5,50	14,79		6,00	12,22		6,50	9,84		7,00	7,69	
8,00	4,18		8,50	2,84		9,00	1,78		9,50	0,97	
10,50	-0,01		11,00	-0,25		11,50	-0,37		12,00	-0,41	
13,00	-0,35		13,50	-0,28		14,00	-0,22		14,50	-0,16	
15,50	-0,06		16,00	-0,02		16,50	0,01		17,00	0,04	
18,00	0,08										

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1											
Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)	
0,50	11,10		1,00	10,27		1,50	9,45		2,00	8,62	
3,00	6,98		3,50	6,18		4,00	5,39		4,50	4,62	
5,50	3,18		6,00	2,54		6,50	1,96		7,00	1,46	
8,00	0,69		8,50	0,42		9,00	0,22		9,50	0,07	
10,50	-0,08		11,00	-0,11		11,50	-0,11		12,00	-0,11	
13,00	-0,07		13,50	-0,06		14,00	-0,04		14,50	-0,03	
15,50	-0,01		16,00	0,00		16,50	0,01		17,00	0,01	
18,00	0,02										

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE RARA N.ro: 2											
Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)	
0,50	13,37		1,00	12,37		1,50	11,36		2,00	10,36	
3,00	8,37		3,50	7,39		4,00	6,43		4,50	5,51	
5,50	3,78		6,00	3,01		6,50	2,33		7,00	1,73	
8,00	0,81		8,50	0,49		9,00	0,25		9,50	0,08	
10,50	-0,10		11,00	-0,13		11,50	-0,14		12,00	-0,13	
13,00	-0,09		13,50	-0,07		14,00	-0,05		14,50	-0,03	
15,50	-0,01		16,00	0,00		16,50	0,01		17,00	0,01	
18,00	0,02										

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1											
Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)	
0,50	13,37		1,00	12,37		1,50	11,36		2,00	10,36	
3,00	8,37		3,50	7,39		4,00	6,43		4,50	5,51	
5,50	3,78		6,00	3,01		6,50	2,33		7,00	1,73	
8,00	0,81		8,50	0,49		9,00	0,25		9,50	0,08	

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1											
Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)	
10,50	-0,10		11,00	-0,13		11,50	-0,14		12,00	-0,13	
13,00	-0,09		13,50	-0,07		14,00	-0,05		14,50	-0,03	
15,50	-0,01		16,00	0,00		16,50	0,01		17,00	0,01	
18,00	0,02										

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 2											
Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)	
0,50	13,37		1,00	12,37		1,50	11,36		2,00	10,36	
3,00	8,37		3,50	7,39		4,00	6,43		4,50	5,51	
5,50	3,78		6,00	3,01		6,50	2,33		7,00	1,73	
8,00	0,81		8,50	0,49		9,00	0,25		9,50	0,08	
10,50	-0,10		11,00	-0,13		11,50	-0,14		12,00	-0,13	
13,00	-0,09		13,50	-0,07		14,00	-0,05		14,50	-0,03	
15,50	-0,01		16,00	0,00		16,50	0,01		17,00	0,01	
18,00	0,02										



**P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO**
*Codice documento*  
 CZ0490\_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1													
Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)
0,50	13,37		1,00	12,37		1,50	11,36		2,00	10,36		2,50	9,36
3,00	8,37		3,50	7,39		4,00	6,43		4,50	5,51		5,00	4,62
5,50	3,78		6,00	3,01		6,50	2,33		7,00	1,73		7,50	1,22
8,00	0,81		8,50	0,49		9,00	0,25		9,50	0,08		10,00	-0,03
10,50	-0,10		11,00	-0,13		11,50	-0,14		12,00	-0,13		12,50	-0,11
13,00	-0,09		13,50	-0,07		14,00	-0,05		14,50	-0,03		15,00	-0,02
15,50	-0,01		16,00	0,00		16,50	0,01		17,00	0,01		17,50	0,02
18,00	0,02												



		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p align="center">P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p><i>Codice documento</i> CZ0490_F0</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0

## 5 Dati di calcolo “Muro H = 3,00 m”

DATI DI CALCOLO			
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	SECONDA
Longitudine Est (Grd)	15,58149	Latitudine Nord (Grd)	38,25730
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	2,00000
Probabilita' Pvr	0,10000	Periodo di Ritorno Anni	475,00000
Accelerazione Ag/g	0,23100	Fattore Stratigrafia 'S'	1,36539
TEORIE DI CALCOLO			
Verifiche effettuate con il metodo degli stati limite ultimi			
Portanza dei pali calcolata con la teoria di Benabenq			
Portanza terreno di fondazione calcolata con la teoria di Brinch-Hansen			
CRITERI DI CALCOLO			
Non e' considerata l'azione sismica dovuta ai sovraccarichi sul terrapieno.			
Non e' considerata l'azione sismica dovuta alle forze applicate al muro.			
Si tiene conto dell'effetto stabilizzante delle forze applicate al muro.			
Rapporto tra il taglio medio e quello nel palo piu' caricato:			1,00
Coeff. maggiorativo diametro perforazione per micropali			1,20
Percentuale spinta a valle per la verifica a scorrimento			50
Percentuale spinta a valle per la verifica a ribaltam.			0
Percentuale spinta a valle per la verifica in fondazione			100
Percentuale spinta a valle per calcolo sollecitazioni			100
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA			
	TABELLA M1		TABELLA M2
Tangente Resist. Taglio	1,00		1,25
Peso Specifico	1,00		1,00
Coesione Efficace (c'k)	1,00		1,25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1,00		1,40
Tipo Approccio	Combinazione Unica: (A1+M1+R3)		
Tipo di fondazione	Su Pali Infissi		
	COEFFICIENTE R1	COEFFICIENTE R2	COEFFICIENTE R3
Capacita' Portante			1,40
Scorrimento			1,10
Resist. alla Base			1,15
Resist. Lat. a Compr.			1,15
Resist. Lat. a Traz.			1,25
Carichi Trasversali			1,30

CARATTERISTICHE MATERIALI			
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI			
CARATTERISTICHE C. A. ELEVAZIONE			
Classe Calcestruzzo	C28/35	Classe Acciaio	B 450 C
Modulo Elastico CLS	323082 kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2	Tipo Armatura	POCO SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	280,0 kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1
Resist. Calcolo 'fcd'	158,0 kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4400,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	158,0 kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4400,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20 %	Resist. Calcolo'fyd'	3826,0 kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35 %	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00 %
Fessura Max.Comb.Rare	mm	Sigma CLS Comb.Rare	168,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,3 mm	Sigma CLS Comb.Perm	126,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,4 mm	Sigma Acc Comb.Rare	3520,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500 kg/mc		
CARATTERISTICHE C. A. FONDAZIONE			
Classe Calcestruzzo	C28/35	Classe Acciaio	B 450 C

P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
CZ0490\_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011

CARATTERISTICHE MATERIALI					
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI					
Modulo Elastico CLS	328365	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000	kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2		Tipo Armatura	POCO SENSIBILI	
Resist.Car. CLS 'fck'	280,0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1	
Resist. Calcolo 'fcd'	158,0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4400,0	kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	158,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4400,0	kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3826,0	kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35	%	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00	%
Fessura Max.Comb.Rare		mm	Sigma CLS Comb.Rare	168,0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,3	mm	Sigma CLS Comb.Perm	126,0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,4	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3520,0	kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc	Peso Spec.CLS Magro	2000	kg/mc
CARATTERISTICHE CEMENTO ARMATO PALI					
Classe Calcestruzzo	C28/35		Classe Acciaio	B 450 C	
Modulo Elastico CLS	323082	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000	kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2		Tipo Armatura	POCO SENSIBILI	
Resist.Car. CLS 'fck'	280,0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1	
Resist. Calcolo 'fcd'	158,0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4400,0	kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	158,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4400,0	kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3826,0	kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35	%	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00	%
Fessura Max.Comb.Rare		mm	Sigma CLS Comb.Rare	168,0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,3	mm	Sigma CLS Comb.Perm	126,0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,4	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3520,0	kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc			
CARATTERISTICHE MATERIALE MURI GRAVITA'					
Resistenza di calcolo a compressione del materiale			100,0	Kg/cmq	
Resistenza di calcolo a trazione del materiale			0,0	Kg/cmq	
Peso specifico del materiale			2500	Kg/mc	
Peso specifico del calcestruzzo magro di fondazione			2200	Kg/mc	
Denominazione del materiale	CALCESTRUZZO MAGRO NON ARMATO				
CARATTERISTICHE DEI MICROPALI (Tipologia=Nessuna)					
Modulo elastico omogeneizzato del materiale:			300	t/cmq	
Sforzo di taglio massimo di calcolo nel singolo micropalo			75	t	
Momento flettente massimo di calcolo nel singolo micropalo			75	tm	
Peso specifico omogeneizzato del materiale			2500	Kg/mc	
Denominazione tipo di micropali	MICROPALO DI ESEMPIO				
CARATTERISTICHE DEI TIRANTI					
Tensione di snervamento dell'acciaio			3250	Kg/cmq	
Modulo elastico dell'acciaio			2100	t/cmq	
Ancoraggi effettuati con bulbo di calcestruzzo iniettato					

DATI TERRAPIENO MURO 1	
Muro n.1	
DATI TERRAPIENO	
Altezza del terrapieno a monte nel punto di contatto col muro:	2.8 m
Altezza del terrapieno a valle nel punto di contatto col muro:	1.4 m
Inclinaz. media terreno valle(positivo se scende verso valle):	0 °
Angolo di attrito tra fondazione e terreno:	22 °
Adesione tra fondazione e terreno:	0 Kg/cmq
Angolo di attrito tra fondazione e terreno in presenza acqua:	15 °
Adesione tra fondazione e terreno in presenza di acqua:	0 Kg/cmq
Permeabilita' Terreno:BASSA	

Muro Vincolato:NO Coefficiente di intensita' sismica orizzontale:.195 Coefficiente di intensita' sismica verticale:.097  Coordinate dei vertici aggiuntivi per la determinazione della spezzata dell'estradosso del terrapieno a monte e a valle. Le coordinate sono fornite per il terrapieno a monte rispetto al punto iniziale (ovvero piu' a sinistra), mentre per il terrapieno a valle sono riferite al punto piu' in basso a sinistra della fondazione.						
POLIGONALE MONTE			POLIGONALE VALLE			
Vertice	Ascissa m	Ordinata m	Vertice	Ascissa m	Ordinata m	
1	6,00	1,50				

**DATI STRATIGR. MURO 1**

STRATIGRAFIA DEL TERRENO	
STRATO n.	1 :
Spessore dello strato:	30,00 m
Angolo di attrito interno del terreno:	34 °
Angolo di attrito tra terreno e muro:	22 °
Coazione del terreno in condizioni drenate:	0,00 Kg/cmq
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni drenate:	0,00 Kg/cmq
Peso specifico apparente del terreno in assenza di acqua:	1900 Kg/mc
Coazione del terreno in condizioni non drenate:	0,00 Kg/cmq
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni non drenate:	0,00 Kg/cmq
Peso specifico efficace del terreno sommerso:	800 Kg/mc

**GEOMETRIA MURO 1**

MURO A MENSOLA IN CEMENTO ARMATO	
Altezza del paramento:	3,00 m
Spessore del muro in testa (sezione orizzontale):	60 cm
Scostamento della testa del muro (positivo verso monte):	0 cm
Spessore del muro alla base (sezione orizzontale):	60 cm

**GEOMETRIA MURO 1**

FONDAZIONE DIRETTA	
Lunghezza della mensola di fondazione a valle:	80 cm
Lunghezza della mensola di fondazione a monte:	200 cm
Spessore minimo della mensola a valle:	80 cm
Spessore massimo della mensola a valle:	80 cm
Spessore minimo della mensola a monte:	80 cm
Spessore massimo della mensola a monte:	80 cm
Inclinazione del piano di posa della fondazione:	0 °
Sviluppo della fondazione:	20,0 m
Spessore del magrone:	20 cm

**CARICHI MURO 1**

SOVRACCARICHI SUL TERRAPIENO	
CONDIZIONE n.	1 ----

<b>CARICHI MURO 1</b>		
SOVRACCARICHI SUL TERRAPIENO		
Sovraccarico uniformemente distribuito generalizzato:	0,00	t/mq
Sovraccarico uniformemente distribuito a nastro:	0,75	t/mq
Distanza dal muro del punto di inizio del carico a nastro:	6,00	m
Distanza dal muro del punto di fine del carico a nastro:	12,00	m
Sovraccarico concentrato lineare lungo lo sviluppo:	0,00	t/m
Distanza dal muro del punto di applicazione carico lineare:	0,00	m
Carico concentrato puntiforme:	0,00	t
Interasse tra i carichi puntiformi lungo lo sviluppo:	1,00	m
Distanza dal muro punto di applicazione carico puntiforme:	0,00	m
Sovraccarico uniformemente distribuito terrapieno a valle:	0,75	t/mq
<b>CONDIZIONE n.</b>		
	2	----
Sovraccarico uniformemente distribuito generalizzato:	0,00	t/mq
Sovraccarico uniformemente distribuito a nastro:	0,90	t/mq
Distanza dal muro del punto di inizio del carico a nastro:	6,00	m
Distanza dal muro del punto di fine del carico a nastro:	12,00	m
Sovraccarico concentrato lineare lungo lo sviluppo:	0,00	t/m
Distanza dal muro del punto di applicazione carico lineare:	0,00	m
Carico concentrato puntiforme:	0,00	t
Interasse tra i carichi puntiformi lungo lo sviluppo:	1,00	m
Distanza dal muro punto di applicazione carico puntiforme:	0,00	m
Sovraccarico uniformemente distribuito terrapieno a valle:	0,90	t/mq

<b>CARICHI MURO 1</b>		
SOVRACCARICHI SUL MURO		
Convenzioni: forze verticali positive se rivolte verso il basso; forze orizzontali positive se rivolte verso valle; momenti positivi se con effetto ribaltante.		
<b>CONDIZIONE n.</b>		
	1	----
Forza verticale applicata nella sezione di testa:	0	Kg/m
Forza orizzontale applicata nella sezione di testa:	0	Kg/m
Momento flettente applicato nella sezione di testa:	0	Kgm/m
Forza verticale applicata alla mensola aerea a valle:	0	Kg/m
Forza orizzontale applicata alla mensola aerea a valle:	0	Kg/m
Momento flettente applicato alla mensola aerea a valle:	0	Kgm/m
Forza verticale applicata alla fondazione a valle:	0	Kg/m
Forza orizzontale applicata alla fondazione a valle:	0	Kg/m
Momento flettente applicato alla fondazione a valle:	0	Kgm/m
<b>CONDIZIONE n.</b>		
	2	----
Forza verticale applicata nella sezione di testa:	0	Kg/m
Forza orizzontale applicata nella sezione di testa:	0	Kg/m
Momento flettente applicato nella sezione di testa:	0	Kgm/m
Forza verticale applicata alla mensola aerea a valle:	0	Kg/m
Forza orizzontale applicata alla mensola aerea a valle:	0	Kg/m
Momento flettente applicato alla mensola aerea a valle:	0	Kgm/m
Forza verticale applicata alla fondazione a valle:	0	Kg/m
Forza orizzontale applicata alla fondazione a valle:	0	Kg/m
Momento flettente applicato alla fondazione a valle:	0	Kgm/m

**COMBINAZIONI MURO 1**

**P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
CZ0490\_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

Cond. Num.	Descrizione Condizione
1	PERMANENTE
2	Traffico Veicolare

<b>COMBINAZIONI MURO 1</b>											
COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. A 1											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,50	0,00									0,00
2	1,50	1,50									0,00
3	1,00	1,00									1,00

<b>COMBINAZIONI MURO 1</b>											
COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. RARA											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,00	0,00									
2	1,00	1,00									

<b>COMBINAZIONI MURO 1</b>											
COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. FREQ.											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,00	1,00									
2	1,00	1,00									

<b>COMBINAZIONI MURO 1</b>											
COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. PERM.											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,00	1,00									

<b>PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: A1</b>						
COORDINATE PUNTI						
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m	
1	1	0,00	0,00	1,40	0,00	
	2	2,52	3,60	1,40	5,89	
	3	3,40	0,80	1,40	3,95	
	4	3,40	0,80	3,40	3,95	
	5	3,40	0,00	3,40	3,40	

<b>PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: A1</b>						
COORDINATE PUNTI						
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m	
2	1	0,00	0,00	1,40	0,00	
	2	2,52	3,60	1,40	5,89	
	3	3,40	0,80	1,40	3,95	
	4	3,40	0,80	3,40	3,95	
	5	3,40	0,00	3,40	3,40	

<b>PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: A1</b>						
COORDINATE PUNTI						
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m	
3	1	0,00	0,00	1,40	0,00	



**P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
CZ0490\_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

**PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: A1**

COORDINATE PUNTI					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
	2	2,12	3,60	1,40	7,58
	3	3,40	0,80	1,40	4,33
	4	3,40	0,80	3,40	4,33
	5	3,40	0,00	3,40	3,40

**PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: A1**

PRESSIONI DEL TERRAPIENO A MONTE																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
1	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	341	426	341	426	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	sup	2241	2803	2241	2803	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	2079	840	2079	840	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	sup	2540	1026	2540	1026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: A1**

PRESSIONI DEL TERRAPIENO A MONTE																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
2	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	341	426	341	426	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	sup	2241	2803	2241	2803	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	2079	840	2079	840	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	sup	2540	1026	2540	1026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: A1**

PRESSIONI DEL TERRAPIENO A MONTE																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
3	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	1449	2378	106	173	1121	1839	0	0	0	0	222	365	0	0
3	1	sup	3705	6079	924	1515	2559	4198	0	0	0	0	222	365	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	3329	1345	830	335	2299	929	0	0	0	0	200	81	0	0
5	1	sup	3876	1566	1028	416	2648	1070	0	0	0	0	200	81	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: A1**

COORDINATE PUNTI					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
1	1	0,00	0,00	0,80	0,00
	2	0,35	1,40	0,80	-2,54
	3	0,00	0,80	0,80	-1,45
	4	0,00	0,80	0,00	-1,45
	5	0,00	0,00	0,00	0,00

**PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: A1**

COORDINATE PUNTI					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
2	1	0,00	0,00	0,80	0,00
	2	0,35	1,40	0,80	-2,54
	3	0,00	0,80	0,80	-1,45

P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
CZ0490\_F0

Rev F0  
Data 20/06/2011

**PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: A1**

COORDINATE PUNTI					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
	4	0,00	0,80	0,00	-1,45
	5	0,00	0,00	0,00	0,00

**PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: A1**

COORDINATE PUNTI					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
3	1	0,00	0,00	0,80	0,00
	2	0,38	1,40	0,80	-2,90
	3	0,00	0,80	0,80	-1,66
	4	0,00	0,80	0,00	-1,66
	5	0,00	0,00	0,00	0,00

**PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: A1**

PRESSIONI DEL TERRAPIENO A VALLE																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
1	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	-2112	1248	0	0	0	0	0	0	0	0	-2112	1248	0	0
3	3	sup	-4251	2512	-2140	1264	0	0	0	0	0	0	-2112	1248	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	-8017	0	-4035	0	0	0	0	0	0	0	-3982	0	0	0
5	5	sup	-13397	0	-9415	0	0	0	0	0	0	0	-3982	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: A1**

PRESSIONI DEL TERRAPIENO A VALLE																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
2	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	-4646	2745	0	0	0	0	0	0	0	0	-4646	2745	0	0
3	3	sup	-6785	4010	-2140	1264	0	0	0	0	0	0	-4646	2745	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	-12796	0	-4035	0	0	0	0	0	0	0	-8761	0	0	0
5	5	sup	-18176	0	-9415	0	0	0	0	0	0	0	-8761	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: A1**

PRESSIONI DEL TERRAPIENO A VALLE																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
3	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	-1562	981	-660	414	1554	-976	0	0	0	0	-2456	1542	0	0
3	3	sup	-3259	2046	-2813	1766	2010	-1262	0	0	0	0	-2456	1542	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	-6134	0	-5295	0	3784	0	0	0	0	0	-4623	0	0	0
5	5	sup	-10393	0	-10698	0	4928	0	0	0	0	0	-4623	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1**

PRESSIONI SUL MURO								
Com N.r	Punto N.ro	X vert m	Y vert m	Zona	Or.Terr. Kg/mq	Ver.Terr Kg/mq	Or.Acqua Kg/mq	Ver.Acq. Kg/mq
1	1	1,40	3,80	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	2	1,40	3,60	pre	0	0	0	0
				seg	357	0	0	0
1	3	1,40	0,80	pre	2348	0	0	0

**P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
CZ0490\_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

**PRESSIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1**

PRESSIONI SUL MURO								
Com N.r	Punto N.ro	X vert m	Y vert m	Zona	Or.Terr. Kg/mq	Ver.Terr. Kg/mq	Or.Acqua Kg/mq	Ver.Acq. Kg/mq
1	4	2,52	0,80	seg	0	5320	0	0
				pre	0	5320	0	0
				seg	0	6749	0	0
1	5	3,40	0,80	pre	0	9396	0	0
				seg	2079	840	0	0
1	6	3,40	0,00	pre	2540	1026	0	0
				seg	-32	-10550	0	0
1	7	0,00	0,00	pre	-32	-7284	0	0
				seg	-7306	0	0	0
1	8	0,00	0,80	pre	-4372	0	0	0
				seg	0	2693	0	0
1	9	0,35	0,80	pre	0	2478	0	0
				seg	0	2265	0	0
1	10	0,80	0,80	pre	0	2265	0	0
				seg	-2693	0	0	0
1	11	0,80	1,39	pre	-1360	0	0	0
				seg	-1360	0	0	0
1	12	0,80	1,40	pre	-1338	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	13	0,80	3,80	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1**

PRESSIONI SUL MURO								
Com N.r	Punto N.ro	X vert m	Y vert m	Zona	Or.Terr. Kg/mq	Ver.Terr. Kg/mq	Or.Acqua Kg/mq	Ver.Acq. Kg/mq
2	1	1,40	3,80	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
2	2	1,40	3,60	pre	0	0	0	0
				seg	357	0	0	0
2	3	1,40	0,80	pre	2348	0	0	0
				seg	0	5320	0	0
2	4	2,52	0,80	pre	0	5320	0	0
				seg	0	6749	0	0
2	5	3,40	0,80	pre	0	9396	0	0
				seg	2079	840	0	0
2	6	3,40	0,00	pre	2540	1026	0	0
				seg	-48	-10418	0	0
2	7	0,00	0,00	pre	-48	-7843	0	0
				seg	-6466	0	0	0
2	8	0,00	0,80	pre	-4552	0	0	0
				seg	0	2804	0	0
2	9	0,35	0,80	pre	0	3060	0	0
				seg	0	3615	0	0
2	10	0,80	0,80	pre	0	3615	0	0
				seg	-2804	0	0	0
2	11	0,80	1,39	pre	-1934	0	0	0
				seg	-1934	0	0	0
2	12	0,80	1,40	pre	-1920	0	0	0
				seg	0	0	0	0
2	13	0,80	3,80	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0

**P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
CZ0490\_F0

*Rev* *Data*  
F0 20/06/2011

**PRESSIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1**

PRESSIONI SUL MURO								
Com N.r	Punto N.ro	X vert m	Y vert m	Zona	Or.Terr. Kg/mq	Ver.Terr. Kg/mq	Or.Acqua Kg/mq	Ver.Acq. Kg/mq
3	1	1,40	3,80	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
3	2	1,40	3,60	pre	0	0	0	0
				seg	1860	0	0	0
3	3	1,40	0,80	pre	4819	0	0	0
				seg	0	5840	0	0
3	4	2,12	0,80	pre	0	5840	0	0
				seg	0	11543	0	0
3	5	3,40	0,80	pre	0	14580	0	0
				seg	3329	1345	0	0
3	6	3,40	0,00	pre	3876	1566	0	0
				seg	-2021	-9026	0	0
3	7	0,00	0,00	pre	-2021	-11864	0	0
				seg	-10393	0	0	0
3	8	0,00	0,80	pre	-6134	0	0	0
				seg	0	3848	0	0
3	9	0,38	0,80	pre	0	2873	0	0
				seg	0	2679	0	0
3	10	0,80	0,80	pre	0	2679	0	0
				seg	-3551	0	0	0
3	11	0,80	1,39	pre	-1718	0	0	0
				seg	-1718	0	0	0
3	12	0,80	1,40	pre	-1687	0	0	0
				seg	0	0	0	0
3	13	0,80	3,80	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: Rare**

COORDINATE PUNTI					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
1	1	0,00	0,00	1,40	0,00
	2	2,52	3,60	1,40	5,89
	3	3,40	0,80	1,40	3,95
	4	3,40	0,80	3,40	3,95
	5	3,40	0,00	3,40	3,40

**PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: Rare**

COORDINATE PUNTI					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
2	1	0,00	0,00	1,40	0,00
	2	2,52	3,60	1,40	5,89
	3	3,40	0,80	1,40	3,95
	4	3,40	0,80	3,40	3,95
	5	3,40	0,00	3,40	3,40

**PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: Rare**

PRESSIONI DEL TERRAPIENO A MONTE																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
1	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
CZ0490\_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

<b>PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: Rare</b>																
<b>PRESSIONI DEL TERRAPIENO A MONTE</b>																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	sup		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inf		262	328	262	328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	sup		1724	2157	1724	2157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inf		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	sup		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inf		1599	646	1599	646	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	sup		1954	789	1954	789	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inf		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<b>PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: Rare</b>																
<b>PRESSIONI DEL TERRAPIENO A MONTE</b>																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
2	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	262	328	262	328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	sup		1724	2157	1724	2157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	sup		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	1599	646	1599	646	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	sup		1954	789	1954	789	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: Rare**

<b>COORDINATE PUNTI</b>					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
1	1	0,00	0,00	0,80	0,00
	2	0,36	1,40	0,80	-2,57
	3	0,00	0,80	0,80	-1,47
	4	0,00	0,80	0,00	-1,47
	5	0,00	0,00	0,00	0,00

**PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: Rare**

<b>COORDINATE PUNTI</b>					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
2	1	0,00	0,00	0,80	0,00
	2	0,35	1,40	0,80	-2,54
	3	0,00	0,80	0,80	-1,45
	4	0,00	0,80	0,00	-1,45
	5	0,00	0,00	0,00	0,00

<b>PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: Rare</b>																
<b>PRESSIONI DEL TERRAPIENO A VALLE</b>																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
1	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	sup		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	-1408	837	0	0	0	0	0	0	0	0	-1408	837	0	0
3	sup		-3548	2108	-2140	1272	0	0	0	0	0	0	-1408	837	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	sup		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	-6687	0	-4034	0	0	0	0	0	0	0	-2654	0	0	0
5	sup		-12065	0	-9412	0	0	0	0	0	0	0	-2654	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<b>PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: Rare</b>																
<b>PRESSIONI DEL TERRAPIENO A VALLE</b>																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
2	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	-3097	1830	0	0	0	0	0	0	0	0	-3097	1830	0	0
3	sup		-5237	3095	-2140	1284	0	0	0	0	0	0	-3097	1830	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
CZ0490\_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: Rare																
PRESSIONI DEL TERRAPIENO A VALLE																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
4	sup		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inf		-9876	0	-4035	0	0	0	0	0	0	0	-5840	0	0	0
5	sup		-15256	0	-9415	0	0	0	0	0	0	0	-5840	0	0	0
	inf		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRESSIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Rare								
PRESSIONI SUL MURO								
Com N.r	Punto N.ro	X vert m	Y vert m	Zona	Or.Terr. Kg/mq	Ver.Terr. Kg/mq	Or.Acqua Kg/mq	Ver.Acq. Kg/mq
1	1	1,40	3,80	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	2	1,40	3,60	pre	0	0	0	0
				seg	275	0	0	0
1	3	1,40	0,80	pre	1806	0	0	0
				seg	0	5320	0	0
1	4	2,52	0,80	pre	0	5320	0	0
				seg	0	6419	0	0
1	5	3,40	0,80	pre	0	7228	0	0
				seg	1599	646	0	0
1	6	3,40	0,00	pre	1954	789	0	0
				seg	-27	-8496	0	0
1	7	0,00	0,00	pre	-27	-6793	0	0
				seg	-5900	0	0	0
1	8	0,00	0,80	pre	-3270	0	0	0
				seg	0	2018	0	0
1	9	0,36	0,80	pre	0	1941	0	0
				seg	0	1890	0	0
1	10	0,80	0,80	pre	0	1890	0	0
				seg	-2018	0	0	0
1	11	0,80	1,39	pre	-821	0	0	0
				seg	-821	0	0	0
1	12	0,80	1,40	pre	-801	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	13	0,80	3,80	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0

PRESSIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Rare								
PRESSIONI SUL MURO								
Com N.r	Punto N.ro	X vert m	Y vert m	Zona	Or.Terr. Kg/mq	Ver.Terr. Kg/mq	Or.Acqua Kg/mq	Ver.Acq. Kg/mq
2	1	1,40	3,80	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
2	2	1,40	3,60	pre	0	0	0	0
				seg	275	0	0	0
2	3	1,40	0,80	pre	1806	0	0	0
				seg	0	5320	0	0
2	4	2,52	0,80	pre	0	5320	0	0
				seg	0	6419	0	0
2	5	3,40	0,80	pre	0	7228	0	0
				seg	1599	646	0	0
2	6	3,40	0,00	pre	1954	789	0	0
				seg	-38	-8413	0	0
2	7	0,00	0,00	pre	-38	-7167	0	0
				seg	-5271	0	0	0
2	8	0,00	0,80	pre	-3412	0	0	0

**P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
CZ0490\_F0

*Rev* *Data*  
F0 20/06/2011

**PRESSIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Rare**

PRESSIONI SUL MURO								
Com N.r	Punto N.ro	X vert m	Y vert m	Zona	Or.Terr. Kg/mq	Ver.Terr. Kg/mq	Or.Acqua Kg/mq	Ver.Acq. Kg/mq
2	9	0,35	0,80	seg	0	2102	0	0
				pre	0	2383	0	0
2	10	0,80	0,80	seg	0	2790	0	0
				pre	0	2790	0	0
2	11	0,80	1,39	seg	-2102	0	0	0
				pre	-1257	0	0	0
2	12	0,80	1,40	seg	-1257	0	0	0
				pre	-1243	0	0	0
2	13	0,80	3,80	seg	0	0	0	0
				pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: Freq.**

COORDINATE PUNTI					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
1	1	0,00	0,00	1,40	0,00
	2	2,52	3,60	1,40	5,89
	3	3,40	0,80	1,40	3,95
	4	3,40	0,80	3,40	3,95
	5	3,40	0,00	3,40	3,40

**PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: Freq.**

COORDINATE PUNTI					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
2	1	0,00	0,00	1,40	0,00
	2	2,52	3,60	1,40	5,89
	3	3,40	0,80	1,40	3,95
	4	3,40	0,80	3,40	3,95
	5	3,40	0,00	3,40	3,40

**PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: Freq.**

PRESSIONI DEL TERRAPIENO A MONTE																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
1	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	262	328	262	328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	sup	1724	2157	1724	2157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	1599	646	1599	646	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	sup	1954	789	1954	789	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: Freq.**

PRESSIONI DEL TERRAPIENO A MONTE																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
2	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	262	328	262	328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	sup	1724	2157	1724	2157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	1599	646	1599	646	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	sup	1954	789	1954	789	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
CZ0490\_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

**PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: Freq.**

COORDINATE PUNTI					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
1	1	0,00	0,00	0,80	0,00
	2	0,35	1,40	0,80	-2,54
	3	0,00	0,80	0,80	-1,45
	4	0,00	0,80	0,00	-1,45
	5	0,00	0,00	0,00	0,00

**PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: Freq.**

COORDINATE PUNTI					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
2	1	0,00	0,00	0,80	0,00
	2	0,35	1,40	0,80	-2,54
	3	0,00	0,80	0,80	-1,45
	4	0,00	0,80	0,00	-1,45
	5	0,00	0,00	0,00	0,00

**PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: Freq.**

PRESSIONI DEL TERRAPIENO A VALLE																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
1	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	inf	-3097	1830	0	0	0	0	0	0	0	0	-3097	1830	0	0
3	3	sup	-5237	3095	-2140	1264	0	0	0	0	0	0	-3097	1830	0	0
	3	inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	inf	-9876	0	-4035	0	0	0	0	0	0	0	-5840	0	0	0
5	5	sup	-15256	0	-9415	0	0	0	0	0	0	0	-5840	0	0	0
	5	inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: Freq.**

PRESSIONI DEL TERRAPIENO A VALLE																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
2	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	inf	-3097	1830	0	0	0	0	0	0	0	0	-3097	1830	0	0
3	3	sup	-5237	3095	-2140	1264	0	0	0	0	0	0	-3097	1830	0	0
	3	inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	inf	-9876	0	-4035	0	0	0	0	0	0	0	-5840	0	0	0
5	5	sup	-15256	0	-9415	0	0	0	0	0	0	0	-5840	0	0	0
	5	inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Freq.**

PRESSIONI SUL MURO								
Com N.r	Punto N.ro	X vert m	Y vert m	Zona	Or.Terr. Kg/mq	Ver.Terr. Kg/mq	Or.Acqua Kg/mq	Ver.Acq. Kg/mq
1	1	1,40	3,80	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	2	1,40	3,60	pre	0	0	0	0
				seg	275	0	0	0
1	3	1,40	0,80	pre	1806	0	0	0
				seg	0	5320	0	0
1	4	2,52	0,80	pre	0	5320	0	0
				seg	0	6419	0	0
1	5	3,40	0,80	pre	0	7228	0	0
				seg	1599	646	0	0
1	6	3,40	0,00	pre	1954	789	0	0



**P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
CZ0490\_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

**PRESSIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Freq.**

PRESSIONI SUL MURO								
Com N.r	Punto N.ro	X vert m	Y vert m	Zona	Or.Terr. Kg/mq	Ver.Terr. Kg/mq	Or.Acqua Kg/mq	Ver.Acq. Kg/mq
1	7	0,00	0,00	seg	-38	-8413	0	0
				pre	-38	-7167	0	0
				seg	-5271	0	0	0
1	8	0,00	0,80	pre	-3412	0	0	0
				seg	0	2102	0	0
1	9	0,35	0,80	pre	0	2383	0	0
				seg	0	2790	0	0
1	10	0,80	0,80	pre	0	2790	0	0
				seg	-2102	0	0	0
1	11	0,80	1,39	pre	-1257	0	0	0
				seg	-1257	0	0	0
1	12	0,80	1,40	pre	-1243	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	13	0,80	3,80	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Freq.**

PRESSIONI SUL MURO								
Com N.r	Punto N.ro	X vert m	Y vert m	Zona	Or.Terr. Kg/mq	Ver.Terr. Kg/mq	Or.Acqua Kg/mq	Ver.Acq. Kg/mq
2	1	1,40	3,80	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
2	2	1,40	3,60	pre	0	0	0	0
				seg	275	0	0	0
2	3	1,40	0,80	pre	1806	0	0	0
				seg	0	5320	0	0
2	4	2,52	0,80	pre	0	5320	0	0
				seg	0	6419	0	0
2	5	3,40	0,80	pre	0	7228	0	0
				seg	1599	646	0	0
2	6	3,40	0,00	pre	1954	789	0	0
				seg	-38	-8413	0	0
2	7	0,00	0,00	pre	-38	-7167	0	0
				seg	-5271	0	0	0
2	8	0,00	0,80	pre	-3412	0	0	0
				seg	0	2102	0	0
2	9	0,35	0,80	pre	0	2383	0	0
				seg	0	2790	0	0
2	10	0,80	0,80	pre	0	2790	0	0
				seg	-2102	0	0	0
2	11	0,80	1,39	pre	-1257	0	0	0
				seg	-1257	0	0	0
2	12	0,80	1,40	pre	-1243	0	0	0
				seg	0	0	0	0
2	13	0,80	3,80	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: Perm.**

COORDINATE PUNTI					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m

**P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
CZ0490\_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

**PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: Perm.**

COORDINATE PUNTI					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
1	1	0,00	0,00	1,40	0,00
	2	2,52	3,60	1,40	5,89
	3	3,40	0,80	1,40	3,95
	4	3,40	0,80	3,40	3,95
	5	3,40	0,00	3,40	3,40

**PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: Perm.**

PRESSIONI DEL TERRAPIENO A MONTE																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
1	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	262	328	262	328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	sup	1724	2157	1724	2157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	1599	646	1599	646	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	sup	1954	789	1954	789	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: Perm.**

COORDINATE PUNTI					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
1	1	0,00	0,00	0,80	0,00
	2	0,35	1,40	0,80	-2,54
	3	0,00	0,80	0,80	-1,45
	4	0,00	0,80	0,00	-1,45
	5	0,00	0,00	0,00	0,00

**PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: Perm.**

PRESSIONI DEL TERRAPIENO A VALLE																
Comb. N.ro	Punto N.	Zona	Or.tot Kg/mq	Ver.tot Kg/mq	Or.sta Kg/mq	Ver.sta Kg/mq	Or.sis Kg/mq	Ver.sis Kg/mq	Or.coe Kg/mq	Ver.coe Kg/mq	Or.fal Kg/mq	Ver.fal Kg/mq	Or.car Kg/mq	Ver.car Kg/mq	Or.tpr Kg/mq	Ver.tpr Kg/mq
1	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	-3097	1830	0	0	0	0	0	0	0	0	-3097	1830	0	0
3	3	sup	-5237	3095	-2140	1264	0	0	0	0	0	0	-3097	1830	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	-9876	0	-4035	0	0	0	0	0	0	0	-5840	0	0	0
5	5	sup	-15256	0	-9415	0	0	0	0	0	0	0	-5840	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Perm.**

PRESSIONI SUL MURO									
Com N.r	Punto N.ro	X vert m	Y vert m	Zona	Or.Terr. Kg/mq	Ver.Terr Kg/mq	Or.Acqua Kg/mq	Ver.Acq. Kg/mq	
1	1	1,40	3,80	pre	0	0	0	0	
				seg	0	0	0	0	
1	2	1,40	3,60	pre	0	0	0	0	
				seg	275	0	0	0	
1	3	1,40	0,80	pre	1806	0	0	0	
				seg	0	5320	0	0	
1	4	2,52	0,80	pre	0	5320	0	0	
				seg	0	6419	0	0	
1	5	3,40	0,80	pre	0	7228	0	0	
				seg	1599	646	0	0	
1	6	3,40	0,00	pre	1954	789	0	0	
				seg	-38	-8413	0	0	

**PRESSIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Perm.**

PRESSIONI SUL MURO								
Com N.r	Punto N.ro	X vert m	Y vert m	Zona	Or.Terr. Kg/mq	Ver.Terr. Kg/mq	Or.Acqua Kg/mq	Ver.Acq. Kg/mq
1	7	0,00	0,00	pre	-38	-7167	0	0
				seg	-5271	0	0	0
1	8	0,00	0,80	pre	-3412	0	0	0
				seg	0	2102	0	0
1	9	0,35	0,80	pre	0	2383	0	0
				seg	0	2790	0	0
1	10	0,80	0,80	pre	0	2790	0	0
				seg	-2102	0	0	0
1	11	0,80	1,39	pre	-1257	0	0	0
				seg	-1257	0	0	0
1	12	0,80	1,40	pre	-1243	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	13	0,80	3,80	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0

**SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1**

SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE																			
Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sif
1	5988	5926	1,40	3,08	0	11167	0,00	2,20	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,458	0,458	0,00
2	5988	5926	1,40	3,08	0	11167	0,00	2,20	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,458	0,458	0,00
3	11275	14936	1,52	2,89	1434	8050	2,00	2,13	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,290	0,999	0,00

**SPINTE A VALLE MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1**

SPINTE DEL TERRAPIENO A VALLE																		
Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis
1	10783	1310	0,51	0,16	0	1211	0,00	0,52	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	3,298	3,30
2	16372	2354	0,55	0,17	0	1812	0,00	0,54	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	3,298	3,30
3	8319	1072	0,53	0,17	-273	1259	1,23	0,54	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	4,117	2,62

**SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Rare**

SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE																			
Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sif
1	4606	4558	1,40	3,08	0	8590	0,00	2,20	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,458	0,458	0,00
2	4606	4558	1,40	3,08	0	8590	0,00	2,20	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,458	0,458	0,00

**SPINTE A VALLE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Rare**

SPINTE DEL TERRAPIENO A VALLE																		
Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis
1	9230	1028	0,49	0,15	0	1041	0,00	0,51	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	3,298	3,30
2	12957	1716	0,53	0,16	0	1445	0,00	0,53	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	3,298	3,30

**SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Freq.**

SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE																			
Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sif
1	4606	4558	1,40	3,08	0	8590	0,00	2,20	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,458	0,458	0,00
2	4606	4558	1,40	3,08	0	8590	0,00	2,20	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,458	0,458	0,00

**SPINTE A VALLE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Freq.**

SPINTE DEL TERRAPIENO A VALLE																		
Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis
1	12957	1716	0,53	0,16	0	1445	0,00	0,53	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	3,298	3,30
2	12957	1716	0,53	0,16	0	1445	0,00	0,53	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	3,298	3,30

**SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Perm.**

SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE																			
Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sif
1	4606	4558	1,40	3,08	0	8590	0,00	2,20	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,458	0,458	0,00

**SPINTE A VALLE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Perm.**

SPINTE DEL TERRAPIENO A VALLE																
-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO**

Codice documento  
CZ0490\_F0

Rev Data  
F0 20/06/2011

Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis
1	12957	1716	0,53	0,16	0	1445	0,00	0,53	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	3,298	3,30

**SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: SLD**

**SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE**

Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sif
3	16596	23424	1,54	2,86	1627	7949	1,98	2,12	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,170	1,142	0,00

**VERIFICHE STABILITA' MURO 1**

**VERIFICA AL RIBALTAMENTO**

Combinazione di carico piu' svantaggiosa:	3	A2
Momento forze ribaltanti complessivo:	29150	Kgm/m
Momento stabilizzante forze peso e carichi:	80390	Kgm/m
Momento stabilizzante massimo dovuto ai tiranti:	0	Kgm/m
Coefficiente sicurezza minimo al ribaltamento:	2,76	-----
LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA		

**VERIFICHE STABILITA' MURO 1**

**VERIFICA ALLO SCORRIMENTO**

Combinazione di carico piu' svantaggiosa:	3	A1
Risultante forze che attivano lo scorrimento:	15016	Kg/m
Risultante forze che si oppongono allo scorrimento:	15194	Kg/m
Forza dei tiranti che si oppone allo scorrimento:	0	Kg/m
Coefficiente sicurezza minimo allo scorrimento:	1,01	-----
LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA		

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1**

**SOLLECITAZIONI MURO**

Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo	N Kg	M Kgm	T Kg
1	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	1848	-25	-747
		2	30	90,0	1838	-274	-907
		3	60	90,0	1829	-543	-883
		4	90	90,0	1819	-777	-638
		5	120	90,0	1810	-862	29
		6	150	90,0	1800	-760	609
		7	180	90,0	1791	-498	1102
		8	200	90,0	1784	-246	1383
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	4671	156	0
		2	30	-90,0	4681	37	-848
		3	60	-90,0	4690	-364	-1871
		4	80	-90,0	4696	-809	-2609
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	450	2	39
		3	60	0,0	900	36	200
		4	90	0,0	1350	128	424
		5	120	0,0	1800	297	713
		6	150	0,0	2250	562	1065
		7	180	0,0	2700	943	1482
		8	210	0,0	3150	1458	1962
		9	240	0,0	3600	2126	2507
		10	270	0,0	4050	2968	3115
		11	300	0,0	4500	4002	3788

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1**

**SOLLECITAZIONI MURO**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0

Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
2	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	1848	-25	-747
		2	30	90,0	1833	-277	-938
		3	60	90,0	1819	-555	-926
		4	90	90,0	1804	-800	-675
		5	120	90,0	1790	-891	16
		6	150	90,0	1776	-785	638
		7	180	90,0	1761	-503	1193
		8	200	90,0	1751	-227	1525
2	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	4407	102	0
		2	30	-90,0	4422	-29	-913
		3	60	-90,0	4436	-420	-1715
		4	80	-90,0	4446	-814	-2267
2	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	450	2	39
		3	60	0,0	900	36	200
		4	90	0,0	1350	128	424
		5	120	0,0	1800	297	713
		6	150	0,0	2250	562	1065
		7	180	0,0	2700	943	1482
		8	210	0,0	3150	1458	1962
		9	240	0,0	3600	2126	2507
		10	270	0,0	4050	2968	3115
		11	300	0,0	4500	4002	3788

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1**

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
3	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	2882	-29	-1164
		2	30	90,0	2393	-453	-3228
		3	60	90,0	1904	-1452	-5004
		4	90	90,0	1415	-2941	-6491
		5	120	90,0	926	-4833	-7691
		6	150	90,0	437	-6913	-7428
		7	180	90,0	-53	-8777	-6600
		8	200	90,0	-379	-9876	-6007
3	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	6611	227	0
		2	30	-90,0	7100	182	-1942
		3	60	-90,0	7589	-469	-4021
		4	80	-90,0	7915	-1248	-5381
3	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	406	23	279
		3	60	0,0	812	213	1005
		4	90	0,0	1218	635	1825
		5	120	0,0	1624	1317	2740
		6	150	0,0	2030	2289	3751
		7	180	0,0	2436	3577	4857
		8	210	0,0	2842	5212	6058
		9	240	0,0	3248	7221	7353
		10	270	0,0	3654	9634	8744
		11	300	0,0	4060	12478	10231

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Rare**

SOLLECITAZIONI MURO							
---------------------	--	--	--	--	--	--	--

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0

Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
1	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	1421	-19	-574
		2	30	90,0	1413	-219	-775
		3	60	90,0	1405	-473	-937
		4	90	90,0	1397	-770	-1035
		5	120	90,0	1389	-1047	-839
		6	150	90,0	1381	-1272	-689
		7	180	90,0	1372	-1459	-584
		8	200	90,0	1367	-1569	-539
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	3668	140	0
		2	30	-90,0	3676	15	-865
		3	60	-90,0	3684	-380	-1800
		4	80	-90,0	3690	-802	-2451
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	450	1	30
		3	60	0,0	900	28	154
		4	90	0,0	1350	99	326
		5	120	0,0	1800	229	548
		6	150	0,0	2250	432	819
		7	180	0,0	2700	725	1140
		8	210	0,0	3150	1121	1509
		9	240	0,0	3600	1636	1928
		10	270	0,0	4050	2283	2396
		11	300	0,0	4500	3078	2913

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Rare**

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
2	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	1421	-19	-574
		2	30	90,0	1410	-221	-794
		3	60	90,0	1398	-481	-963
		4	90	90,0	1387	-784	-1055
		5	120	90,0	1376	-1063	-843
		6	150	90,0	1364	-1284	-663
		7	180	90,0	1353	-1455	-517
		8	200	90,0	1345	-1547	-437
2	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	3473	99	0
		2	30	-90,0	3485	-32	-900
		3	60	-90,0	3496	-418	-1686
		4	80	-90,0	3504	-805	-2213
2	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	450	1	30
		3	60	0,0	900	28	154
		4	90	0,0	1350	99	326
		5	120	0,0	1800	229	548
		6	150	0,0	2250	432	819
		7	180	0,0	2700	725	1140
		8	210	0,0	3150	1121	1509
		9	240	0,0	3600	1636	1928
		10	270	0,0	4050	2283	2396
		11	300	0,0	4500	3078	2913

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Freq.**

SOLLECITAZIONI MURO							
---------------------	--	--	--	--	--	--	--

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		<b>P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> CZ0490_F0	<i>Rev</i> F0

Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
1	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	1421	-19	-574
		2	30	90,0	1410	-221	-794
		3	60	90,0	1398	-481	-963
		4	90	90,0	1387	-784	-1055
		5	120	90,0	1376	-1063	-843
		6	150	90,0	1364	-1284	-663
		7	180	90,0	1353	-1455	-517
		8	200	90,0	1345	-1547	-437
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	3473	99	0
		2	30	-90,0	3485	-32	-900
		3	60	-90,0	3496	-418	-1686
		4	80	-90,0	3504	-805	-2213
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	450	1	30
		3	60	0,0	900	28	154
		4	90	0,0	1350	99	326
		5	120	0,0	1800	229	548
		6	150	0,0	2250	432	819
		7	180	0,0	2700	725	1140
		8	210	0,0	3150	1121	1509
		9	240	0,0	3600	1636	1928
		10	270	0,0	4050	2283	2396
		11	300	0,0	4500	3078	2913

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Freq.**

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
2	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	1421	-19	-574
		2	30	90,0	1410	-221	-794
		3	60	90,0	1398	-481	-963
		4	90	90,0	1387	-784	-1055
		5	120	90,0	1376	-1063	-843
		6	150	90,0	1364	-1284	-663
		7	180	90,0	1353	-1455	-517
		8	200	90,0	1345	-1547	-437
2	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	3473	99	0
		2	30	-90,0	3485	-32	-900
		3	60	-90,0	3496	-418	-1686
		4	80	-90,0	3504	-805	-2213
2	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	450	1	30
		3	60	0,0	900	28	154
		4	90	0,0	1350	99	326
		5	120	0,0	1800	229	548
		6	150	0,0	2250	432	819
		7	180	0,0	2700	725	1140
		8	210	0,0	3150	1121	1509
		9	240	0,0	3600	1636	1928
		10	270	0,0	4050	2283	2396
		11	300	0,0	4500	3078	2913

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Perm.**

SOLLECITAZIONI MURO

**P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO**

*Codice documento*  
CZ0490\_F0

*Rev*    *Data*  
F0      20/06/2011

Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
1	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	1421	-19	-574
		2	30	90,0	1410	-221	-794
		3	60	90,0	1398	-481	-963
		4	90	90,0	1387	-784	-1055
		5	120	90,0	1376	-1063	-843
		6	150	90,0	1364	-1284	-663
		7	180	90,0	1353	-1455	-517
		8	200	90,0	1345	-1547	-437
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	3473	99	0
		2	30	-90,0	3485	-32	-900
		3	60	-90,0	3496	-418	-1686
		4	80	-90,0	3504	-805	-2213
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	450	1	30
		3	60	0,0	900	28	154
		4	90	0,0	1350	99	326
		5	120	0,0	1800	229	548
		6	150	0,0	2250	432	819
		7	180	0,0	2700	725	1140
		8	210	0,0	3150	1121	1509
		9	240	0,0	3600	1636	1928
		10	270	0,0	4050	2283	2396
		11	300	0,0	4500	3078	2913

VERIFICHE MURO 1																						
VERIFICHE DI RESISTENZA MURO																						
Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nsdu Kg	Mdsu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Cmb tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	1	0	60	100	110	380	0	1	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	1	0	0	0	OK	
2	1	30	60	100	110	350	0	3	406	23	10,1	10,1	0	0	406	20170	3	279	20458	0	OK	
3	1	60	60	100	110	320	0	3	812	213	10,1	10,1	0	0	812	20277	3	1005	20458	0	OK	
4	1	90	60	100	110	290	0	3	1218	635	10,1	10,1	0	0	1218	20383	3	1825	20458	0	OK	
5	1	120	60	100	110	260	0	3	1624	1317	10,1	10,1	0	0	1624	20489	3	2740	20458	0	OK	
6	1	150	60	100	110	230	0	3	2030	2289	10,1	10,1	0	0	2030	20595	3	3751	20458	0	OK	
7	1	180	60	100	110	200	0	3	2436	3577	10,1	10,1	0	0	2436	20702	3	4857	20458	0	OK	
8	1	210	60	100	110	170	0	3	2842	5212	10,1	10,1	0	0	2842	20808	3	6058	20458	0	OK	
9	1	240	60	100	110	140	0	3	3248	7221	10,1	10,1	0	0	3248	20914	3	7353	20458	0	OK	
10	1	270	60	100	110	110	0	3	3654	9634	10,1	10,1	0	0	3654	21020	3	8744	20458	0	OK	
11	1	300	60	100	110	80	0	3	4060	12478	10,1	10,1	0	0	4060	21127	3	10231	20458	0	OK	

VERIFICHE MURO 1																						
VERIFICHE DI RESISTENZA MURO																						
Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nsdu Kg	Mdsu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Cmb tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	4	0	80	100	0	40	-90	3	6611	227	0,0	0,0	0	0	0	0	1	0	0	0	OK	
2	4	30	80	100	30	40	-90	3	7100	182	12,7	12,7	0	0	7100	37155	3	-1942	25706	0	OK	
3	4	60	80	100	60	40	-90	3	7589	-469	12,7	12,7	0	0	7589	37327	3	-4021	25706	0	OK	
4	4	80	80	100	80	40	-90	3	7915	-1248	12,7	12,7	0	0	7915	37442	3	-5381	25706	0	OK	

VERIFICHE MURO 1																						
VERIFICHE DI RESISTENZA MURO																						
Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nsdu Kg	Mdsu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Cmb tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	5	0	80	100	340	40	90	3	2882	-29	0,0	0,0	0	0	0	0	3	-1164	0	0	OK	
2	5	30	80	100	310	40	90	3	2393	-453	12,7	12,7	0	0	2393	35492	3	-3228	25706	0	OK	
3	5	60	80	100	280	40	90	3	1904	-1452	12,7	12,7	0	0	1904	35320	3	-5004	25706	0	OK	
4	5	90	80	100	250	40	90	3	1415	-2941	12,7	12,7	0	0	1415	35147	3	-6491	25706	0	OK	
5	5	120	80	100	220	40	90	3	926	-4833	12,7	12,7	0	0	926	34974	3	-7691	25706	0	OK	
6	5	150	80	100	190	40	90	3	437	-6913	12,7	12,7	0	0	437	34801	3	-7428	25706	0	OK	
7	5	180	80	100	160	40	90	3	-53	-8777	12,7	12,7	0	0	-53	34628	3	-6600	25706	0	OK	
8	5	200	80	100	140	40	90	3	-379	-9876	12,7	12,7	0	0	-379	34513	3	-6007	25706	0	OK	

VERIFICHE MURO 1										
FESSURAZIONE MURI										
Muro N.	Ele	Tipo Comb	Cmb fes	Sez. fes	N fes Kg	M fes Kgm	Dist. cm	Wcalc mm	W Lim mm	Verifica



**P-SN7 – RELAZIONE DI CALCOLO**

Codice documento  
CZ0490\_F0

Rev	Data
F0	20/06/2011

**VERIFICHE MURO 1**

**FESSURAZIONE MURI**

Muro N.	Ele	Tipo Comb	Cmb fes	Sez. fes	N fes Kg	M fes Kgm	Dist. cm	Wcalc mm	W Lim mm	Verifica
1	5	Freq	1	8	1345	-1547	26	0,03	0,40	OK
		Perm	1	8	1345	-1547	26	0,03	0,30	OK
1	4	Freq	1	4	3504	-805	26	0,00	0,40	OK
		Perm	1	4	3504	-805	26	0,00	0,30	OK
1	1	Freq	1	11	4500	3078	28	0,09	0,40	OK
		Perm	1	11	4500	3078	28	0,09	0,30	OK

**VERIFICHE MURO 1**

**TENSIONI DI ESERCIZIO MURI**

Muro N.	Ele	Tipo Comb	Cmb $\sigma_c$	Sez. $\sigma_c$	N $\sigma_c$ Kg	M $\sigma_c$ Kgm	$\sigma_c$ Kg/cmq	$\sigma_c$ max Kg/cmq	Cmb $\sigma_f$	Sez. $\sigma_f$	N $\sigma_f$ Kg	M $\sigma_f$ Kgm	$\sigma_f$ Kg/cmq	$\sigma_f$ max Kg/cmq	Verifica
1	5	rara	1	8	1367	-1569	3,9	168,0	1	8	1367	-1569	123	3520	OK
		perm	1	8	1345	-1547	3,8	126,0							OK
1	4	rara	2	4	3504	-805	1,3	168,0	2	4	3504	-805	3	3520	OK
		perm	1	4	3504	-805	1,3	126,0							OK
1	1	rara	1	11	4500	3078	13,4	168,0	1	11	4500	3078	380	3520	OK
		perm	1	11	4500	3078	13,4	126,0							OK

**VERIFICA PORTANZA MURO 1**

**VERIFICHE PORTANZA FONDAZIONE**

Numero dello strato corrispondente alla fondazione:	1	---
Combinazione di carico piu' gravosa:	3	A1
Scarico complessivo ortogonale al piano di posa:	37,03	t/m
Scarico complessivo parallelo al piano di posa:	6,87	t/m
Eccentricita' dello scarico lungo il piano di posa:	-0,14	m
Larghezza della fondazione:	3,80	m
Lunghezza della fondazione:	20,00	m
Valore efficace della larghezza:	3,51	m
Peso specifico omogeneizzato del terreno:	1900	Kg/mc
Pressione verticale dovuta al peso del terrapieno a valle :	4,31	t/mq

**VERIFICA IN CONDIZIONI DRENATE**

Fattori di capacita' portante: Ng =	41,0638	Nq =	29,4398	Nc =	42,1637
Fattori di forma: Sg =	1,0621	Sq =	1,0621	Sc =	1,1243
Fattori di profondita': Dg =	1,0000	Dq =	1,1194	Dc =	1,1236
Fattori inclinazione carico: Ig =	0,5570	Iq =	0,6839	Ic =	0,6728
Fattori inclinazione base: Bg =	1,0000	Bq =	1,0000	Bc =	1,0000
Fattori incl. piano campagna: Gg =	1,0000	Gq =	1,0000	Gc =	1,0000
Pressione media limite:				184,25	t/mq
Sforzo normale limite:				462,30	t/m
Coefficiente di sicurezza:				12,48	---

LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA