

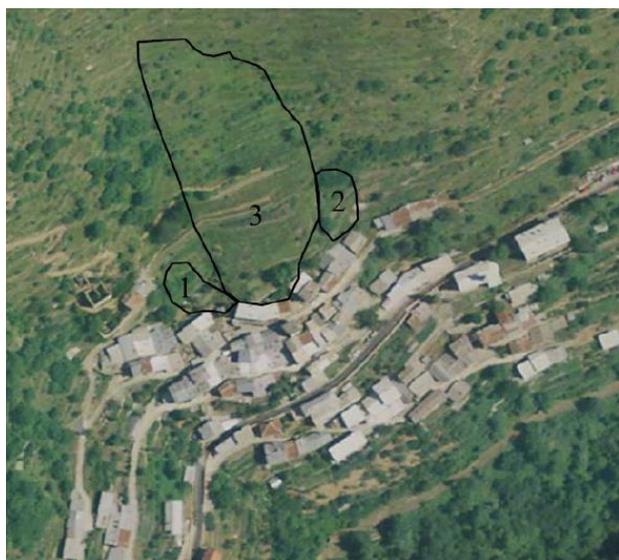
**STUDIO ASSOCIATO**  
**INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour n.30 - Andora (SV) - tel.0182/684363  
P.Iva: 00986040095 - E-mail:stingeo2@fiscali.it

**COMUNE DI BRIGA ALTA**  
**PROVINCIA DI CUNEO**

**SISTEMAZIONE MOVIMENTO FRANOSO IN FRAZIONE PIAGGIA**  
**CODICE INTERVENTO CN A18 430 16 142**

**RELAZIONE GEOTECNICA STRUTTURALE:**  
**REALIZZAZIONE DI PALIFICATE PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL**  
**PENDIO IN FRANA E VERIFICA STABILITA' SCAVO DELLA BERLINESE**



**COMMITTENTE:**

Comune di Briga Alta

**PROGETTISTA ARCHITETTONICO:**

Ing. Mauro Marchiano

**PROGETTISTA STRUTTURALE:**

Ing. Mauro Marchiano

**DATA:**

Aprile 2017

## Sommario

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DI PROGETTO .....	3
RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E GEOTECNICA .....	5
Generalità.....	5
Le caratteristiche del sito di fabbrica .....	6
Caratterizzazione Fisico Meccanica Dei Terreni .....	6
Modelli Geotecnici Di Sottosuolo E Metodi Di Analisi .....	7
Verifiche Della Sicurezza E Delle Prestazioni .....	7
Le azioni applicate alla struttura .....	8
Carichi Permanenti E Pesi Propri: .....	8
Tipo e caratteristiche dei materiali strutturali .....	8
Calcestruzzi.....	8
Acciaio per C.A.....	14
Tiranti di ancoraggio.....	15
Acciaio Per Carpenteria Metallica .....	21
Bulloneria.....	22
Verifiche Nei Confronti Degli Stati Limite Ultimi .....	23
Relazione di accettabilita' dell'analisi relativa alla validazione dei codici. ....	24
Relazione di accettabilita' dell'analisi delle strutture eseguite con elaboratore. ....	24
Relazione di accettabilita' dell'analisi relativa alla validazione dei codici. ....	24
Relazione di accettabilita' dell'analisi delle strutture eseguite con elaboratore. ....	25
VERIFICHE GEOTECNICHE STRUTTURALI .....	26
Berlinese sezione 1-2 .....	26
Berlinese sezione 3-4 .....	61

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

---

Muro su micropali sezioni 5-6 .....	90
Muro di contenimento area fabbricati in demolizione .....	121
ALLEGATI VALIDAZIONE CDB - STS SOFTWARE.....	147
ALLEGATI VALIDAZIONE CDW - STS SOFTWARE .....	148

## RELAZIONE ILLUSTRATIVA DI PROGETTO

*La presente relazione geotecnica e strutturale riguarda la progettazione strutturale e il dimensionamento di tutti gli elementi necessari alla messa in sicurezza di un pendio in frana, sito nella frazione di Piaggia, comune di Briga Alta (CN). Le opere progettate sono: una berlinese permanente con tiranti di altezza 2,8 m; una berlinese permanente con tiranti di altezza 1,8 m; un muro di sostegno con fondazione su micropali e muri di contenimento su fondazione diretta.*

### -Berlinese sezione 1-2

*Attraverso questa relazione si verifica la berlinese con riferimento alla sicurezza e stabilità dello scavo. Lo scavo presenterà un fronte di circa 2,8 m, pertanto, per mettere in sicurezza lo scavo e per evitare cedimenti, è necessario realizzare la berlinese di micropali verticali, disposti su due file, aventi diametro di 114,3 mm, spessore 8 mm, lunghezza di 10 m e interasse di 70 cm. In testa verrà realizzato un cordolo di collegamento avente larghezza di circa 110 cm e altezza di circa 80 cm.*

*La berlinese avrà 1 ordine di tiranti, a distanza di circa 1,5 m dalla testa della berlinese a 5 trefoli con passo 2,5 m.*

*Si procederà alla realizzazione del muro in cemento armato di contenimento, in aderenza alla berlinese, posizionando a tergo di esso un telo drenante tipo Enkadrain, per permettere il drenaggio dell'acqua. Si rimanda agli elaborati grafici per l'individuazione delle specifiche costruttive.*

### -Berlinese sezione 3-4

*Attraverso questa relazione si verifica la berlinese con riferimento alla sicurezza e stabilità dello scavo. Lo scavo presenterà un fronte di circa 1,8 m, pertanto, per mettere in sicurezza lo scavo e per evitare cedimenti, è necessario realizzare la berlinese di micropali verticali, disposti su due file, aventi diametro di 88,9 mm, spessore 8 mm, lunghezza di 8 m e interasse di 70 cm. In testa verrà realizzato un cordolo di collegamento avente larghezza di circa 90 cm e altezza di circa 60 cm.*

*La berlinese avrà 1 ordine di tiranti, a distanza di circa 1 m dalla testa della berlinese a 3 trefoli con passo 3m*

*Si procederà alla realizzazione del muro in cemento armato di contenimento, in aderenza alla berlinese, posizionando a tergo di esso un telo drenante tipo Enkadrain, per permettere il drenaggio dell'acqua. Si rimanda agli elaborati grafici per l'individuazione delle specifiche costruttive.*

### -Muro su micropali sezioni 5-6

*Muro su micropali verticali, disposti su due file, aventi diametro di 88,9 mm, spessore 8 mm, lunghezza di 8 m e interasse di 70 cm. Il muro ha altezza di 2 m con spessore in testa di 20 cm e alla base 50 cm. La fondazione ha dimensioni 110 cm di larghezza e 60 cm di altezza. E' presente un micropalo inclinato di 45° di uguali dimensioni con passo 3 m. Si rimanda agli elaborati grafici per l'individuazione delle specifiche costruttive.*

*-Muro di contenimento area fabbricati in demolizione*

*Muro su fondazione superficiale, di altezza di 3 m con spessore in testa di 30 cm costante fino alla base, La fondazione ha dimensioni 140 cm di larghezza e 30 cm di altezza e magrone di spessore 10cm. Si rimanda agli elaborati grafici per l'individuazione delle specifiche costruttive.*

*L'opera rispetta la normativa tecnica delle NTC2008.*

Andora, aprile 2017

Ing. Mauro Marchiano

## **RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E GEOTECNICA**

(Ai sensi delle NTC 2008, capitolo 6 e della Circolare 617/2009, paragrafo C6.2.2.5)

### **Generalità**

Le considerazioni geotecniche si basano sulla relazione geologica redatta dal dott. Geol. Vittorio Vezzano, nel rispetto delle disposizioni nazionali e regionali in materia di edificabilità in zona sismica, che hanno attestato la compatibilità tra le previsioni del progetto di costruzione in oggetto e le condizioni morfologiche, geologiche ed idrogeologiche dell'area su cui insiste. A tal proposito si ricorda che il territorio comunale di Briga Alta (CN) con D.G.R. N°11-13058 del 19/01/2010, è stato dichiarato in zona sismica 3. Facendo riferimento alla nuova Normativa Tecnica D.M. 14 gennaio 2008 e secondo le interpolazioni degli spettri di progetto si ricava un'accelerazione  $a_g/g = 0.145$  (SLV).

Andora, aprile 2017

Ing. Mauro Marchiano

## Le caratteristiche del sito di fabbrica

Per quanto riguarda la caratterizzazione geolitologica del sito in esame, così come riportato nella relazione geologica allegata, il rilievo e le prove eseguite in sito hanno permesso di individuare una coltre di spessore modesto, costituita da terreno limo argilloso con scheletro detritico ghiaio-ciottoloso. Al di sotto è presente il substrato roccioso, in molti punti affiorante, afferente alla Formazione di Flysh di Sanremo membro H1. Le prove eseguite in sito hanno permesso di individuare la seguente stratigrafia:

- Coltre superficiali/ terreno vegetale: di potenza variabile generalmente inferiore a 4,00 m costituito da terreno limo argilloso di scarsa consistenza con rari ciottoli;
- Coltre mediamente addensata: con spessore estremamente variabile ma non superiore ad 8 metri, costituito da limo argilloso con scheletro detritico ghiaio-ciottoloso con incremento della consistenza e della presenza di detrito con l'approfondimento.
- substrato roccioso stratificato: costituito da marne calcaree grigie con rare vene calcitiche.

## Caratterizzazione Fisico Meccanica Dei Terreni

*Tali serie geolitologiche di riferimento possono essere descritte dai seguenti parametri geotecnici nei termini di resistenze caratteristiche, definite come valori medi desunti dalle indagini eseguite in sito.*

### **Coltre/terreno vegetale:**

- peso di volume pari a 1,8 t/m<sup>3</sup>
- angolo di attrito interno 30°
- coesione drenata: 0,4 Kg/cm<sup>2</sup>

### **Substrato:**

- angolo di attrito interno 31°
- coesione drenata 1,4 MPa (ovvero 14 kg/cm<sup>2</sup>)
- peso di volume naturale 2.5 t/m<sup>3</sup>

### ***Caratterizzazione sismica del suolo di fondazione***

Per quanto riguarda le caratteristiche stratigrafiche del sito in esame, si può affermare che il suolo di fondazione rientra nella CLASSE B (tab.3.2.II delle NTC 2008).

La categoria topografica rientra nella classificazione di tipo T2 (tab. 3.2.VI delle NTC 2008). Di seguito si riportano in maniera sintetica i parametri sismici adottati.

### **Modelli Geotecnici Di Sottosuolo E Metodi Di Analisi**

I risultati dell'analisi sono riportati nella relazione di calcolo e riassunti mediante immagini nelle pagine seguenti.

### **Verifiche Della Sicurezza E Delle Prestazioni**

Le verifiche della sicurezza in fondazione sono condotte nei riguardi dello stato limite ultime e di esercizio.

Le verifiche nei confronti dello stato limite ultimo previste dalla normativa sono:

#### **GEO, UPL E HYD:**

- collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera (atto di moto rigido);
- collasso per carico limite verticale;
- sfilamento di uno o più ancoraggi;
- instabilità del fondo scavo in terreni a grana fine in condizioni non drenate;
- instabilità del fondo scavo per sollevamento;
- sifonamento del fondo scavo;
- instabilità globale dell'insieme terreno-opera;

#### **STR:**

- raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi;

- raggiungimento della resistenza in uno o più puntoni o di sistemi di contrasto;

- raggiungimento della resistenza strutturale della paratia,

#### Verifiche STR

*Le relative verifiche sono riportate nella relazione di calcolo.*

#### Verifiche GEO

*Le verifiche di resistenza del terreno interagente con la struttura sono condotte confrontando i valori di resistenza con quelli di progetto, secondo l'Approccio 2, come riportato nelle pagine seguenti.*

#### Verifiche UPL e HYD

*Poiché nel terreno non vi è la presenza della falda non si hanno fenomeni di sifonamento e instabilità del fondo di scavo.*

## Le azioni applicate alla struttura

Le azioni applicate al modello strutturale sono le seguenti:

### Carichi Permanenti E Pesi Propri:

Peso proprio terreno

1800 kg/mc (18 kN/mc)

## Tipo e caratteristiche dei materiali strutturali

### Calcestruzzi

Riferimenti: D.M. 14.01.2008, par. 11.2;

Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale;

UNI EN 206-1/2006;

<b>Tipologia strutturale:</b>	<b>Fondazioni</b>
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	30 N/mm <sup>2</sup> (300 daN/cm <sup>2</sup> )
Condizioni ambientali:	<i>Strutture completamente interrato in terreno permeabile.</i>

Classe di esposizione:	<i>XC2</i>
Rapporto acqua/cemento max:	<i>0.60</i>
Classe di consistenza:	<i>S3 (Plastica)</i>
Diametro massimo aggregati:	<i>16 mm</i>

### **Dosatura dei materiali.**

La dosatura dei materiali per ottenere Rck 30 è orientativamente la seguente (per m<sup>3</sup> d'impasto).

sabbia	<i>0.4 m<sup>3</sup></i>
ghiaia	<i>0.8 m<sup>3</sup></i>
acqua	<i>150 litri</i>
cemento tipo 325	<i>350 kg/m<sup>3</sup></i>

### **Qualità dei componenti**

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine.

La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 16 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate. Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione.

In definitiva gli inerti dovranno essere lavati ed esenti da corpi terrosi ed organici. Non sarà consentito assolutamente il misto di fiume. L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere potabile, priva di sali (cloruri e solfuri).

Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o superfluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria.

### **Prescrizione per inerti**

Sabbia viva 0-7 mm, pulita, priva di materie organiche e terrose; sabbia fino a 30 mm (70 mm per fondazioni), non geliva, lavata; pietrisco di roccia compatta.

Assortimento granulometrico in composizione compresa tra le curve granulometriche sperimentali:

- passante al vaglio di mm 16 = 100%
- passante al vaglio di mm 8 = 88-60%
- passante al vaglio di mm 4 = 78-36%
- passante al vaglio di mm 2 = 62-21%
- passante al vaglio di mm 1 = 49-12%
- passante al vaglio di mm 0.25 = 18-3%

### Prescrizione per il disarmo

Indicativamente: pilastri 3-4 giorni; solette modeste 10-12 giorni; travi, archi 24-25 giorni, mensole 28 giorni.

Per ogni porzione di struttura, il disarmo non può essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

### Provini da prelevarsi in cantiere

n° 2cubi di lato 15 cm;

un prelievo ogni 100 mc

$$\sigma_{c28} \geq 3 \cdot \sigma_{c \text{ adm}};$$

$$R_{ck \ 28} = R_m - 35 \text{ kg/cm}^2;$$

$$R_{min} > R_{ck} - 35 \text{ kg/cm}^2$$

### Parametri caratteristici e tensioni limite

Tabella riassuntiva per vari  $R_{ck}$

$R_{ck}$	$f_{ck}$	$f_{cd}$	$f_{ctm}$	u.m.
250	207.5	117.6	22.6	[kg/cm <sup>2</sup> ]
300	249.0	141.1	25.6	[kg/cm <sup>2</sup> ]
350	290.5	164.6	28.4	[kg/cm <sup>2</sup> ]
400	332.0	188.1	31.0	[kg/cm <sup>2</sup> ]
450	373.5	211.6	33.5	[kg/cm <sup>2</sup> ]
500	415.0	235.2	36.0	[kg/cm <sup>2</sup> ]

R <sub>ck</sub>	f <sub>ck</sub>	f <sub>cd</sub>	f <sub>ctm</sub>	u.m.
25	20.75	11.75	2.26	[N/mm <sup>2</sup> ]
30	24.90	14.11	2.56	[N/mm <sup>2</sup> ]
35	29.05	16.46	2.84	[N/mm <sup>2</sup> ]
40	33.20	18.81	3.10	[N/mm <sup>2</sup> ]
45	37.35	21.16	3.35	[N/mm <sup>2</sup> ]
50	41.50	23.51	3.60	[N/mm <sup>2</sup> ]

legenda:

- f<sub>ck</sub> (resistenza cilindrica a compressione);  
f<sub>ck</sub> = 0.83 R<sub>ck</sub>;
- f<sub>cd</sub> (resistenza di calcolo a compressione);  
f<sub>cd</sub> = α<sub>cc</sub> \* f<sub>ck</sub> / γ<sub>c</sub>
- f<sub>ctd</sub> (resistenza di calcolo a trazione);  
f<sub>ctd</sub> = f<sub>ctk</sub> / γ<sub>c</sub>;  
f<sub>ctk</sub> = 0.7 \* f<sub>ctm</sub>;  
f<sub>ctm</sub> = 0.30 \* f<sub>ck</sub><sup>2/3</sup> per classi ≤ C50/60  
f<sub>ctm</sub> = 2.12 \* ln[1 + f<sub>cm</sub>/10] per classi > C50/60

Valori indicativi di alcune caratteristiche meccaniche dei calcestruzzi impiegati:

Ritiro (valori stimati): 0.25 mm/m (dopo 5 anni, strutture non armate);

0.10mm/m (strutture armate).

Rigonfiamento in acqua (valori stimati): 0.20 mm/m (dopo 5 anni in strutture armate).

Dilatazione termica: 10\*10<sup>-6</sup> °C<sup>-1</sup>.

Viscosità φ = 1.70.

Prospetto classi di esposizione e composizione uni en 206-1

Classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione	UNI 9858	A/C MAX	R'ck min.	Dos. Min. Cem. KG.
--------	---------------------------	--	----------	---------	-----------	--------------------

**1 Assenza di rischio di corrosione o attacco**

X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto ad cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasioni, gelo o attacco chimico	1	---	15	---
----	---	---	---	-----	----	-----

**2 Corrosione indotta da carbonatazione**

Nota – Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro e nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante, in questi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo ed il suo ambiente.

XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa o immerse in acqua	2a	0,60	30	300
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	2a	0,60	30	300
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia o in interni con umidità da moderata ad alta	5a	0,55	35	320
<b>XC4</b>	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani.	4a, 5b	0,50	40	340

<b>3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>						
XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri	5a	0,55	35	320
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua industriali contenente cloruri (piscine)	4a, 5b	0,50	40	340
XD3	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	5c	0,45	45	360

<b>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>						
XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità	4a, 5b	0,50	40	340
XS2	Permanentemente sommerso	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immersa in acqua	5c	0,45	45	360
XS3	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare	5c	0,45	45	360

<b>5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti *(NB XF2 – XF3 – XF4 contenuto minimo aria 3%)</b>						
XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate o colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua	4a, 5b	0,50	40	320
XF2*	Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti	3, 4b	0,50	30	340
XF3*	Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo	2b, 4b	0,50	30	340
XF4*	Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto od indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare	3, 4b	0,45	35	360

6 Attacco chimico **)						
XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acqua reflue	5a	0,55	35	320
XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi	5b	0,50	40	340
XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acqua industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi e gas di scarico industriali.	5c	0,45	45	360

\*) il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione: *moderato* occasionalmente gelato in condizioni di saturazione; *elevato* alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.

\*\*) da parte di acque del terreno o acqua fluenti

## Acciaio per C.A.

(Rif. D.M. 14.01.2008, par. 11.3.2)

Acciaio per C.A. B450C	
$f_{yk}$ tensione nominale di snervamento:	$\geq 4580 \text{ kg/cm}^2 (\geq 450 \text{ N/mm}^2)$
$f_{tk}$ tensione nominale di rottura:	$\geq 5500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 540 \text{ N/mm}^2)$
$f_{td}$ tensione di progetto a rottura:	$f_{yk} / \gamma_S = f_{yk} / 1.15 = 3980 \text{ kg/cm}^2 (= 391 \text{ N/mm}^2)$

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} < 1.35$$

$$f_t / f_y \geq 1.15$$

Diametro delle barre:  $6 \leq \phi \leq 40 \text{ mm}$ .

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri  $\leq 16 \text{ mm}$ .

Reti e tralicci con elementi base di diametro  $6 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$ .

Rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci:  $\phi_{\min} / \phi_{\max} \geq 0.6$

Acciaio per C.A. B450A	
$f_{yk}$ tensione nominale di snervamento:	$\geq 4580 \text{ kg/cm}^2 (\geq 450 \text{ N/mm}^2)$
$f_{tk}$ tensione nominale di rottura:	$\geq 5500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 540 \text{ N/mm}^2)$
$f_{td}$ tensione di progetto a rottura:	$f_{yk} / \gamma_S = f_{yk} / 1.15 = 3980 \text{ kg/cm}^2 (= 391 \text{ N/mm}^2)$

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} < 1.25$$

$$f_t / f_y \geq 1.05$$

Diametro delle barre:  $5 \leq \phi \leq 10 \text{ mm}$ .

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri  $\leq 10 \text{ mm}$ .

Reti e tralicci con elementi base di diametro  $5 \leq \phi \leq 10 \text{ mm}$ .

Rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci:  $\phi_{\min} / \phi_{\max} \geq 0.6$

### **Tiranti di ancoraggio**

Realizzare le iniezioni in pressione con impasto di malta cementizia dosata a 600 kg di cemento R 425 per metro cubo di sabbia di fiume vagliata e perfettamente priva di rità e con l'aggiunta di correttivo antiritiro nella misura minima del 15% del peso del cemento e di accelerante di presa tipo MACflow-cable al 6%.

## CARATTERISTICHE DEL TREFOLO

Le informazioni tecniche contenute di seguito riguardano tiranti costituiti da trefoli aventi diametro 15,2 mm (0,6"), 15,7 mm (0,6"S) e 15,2 mm compatto.  
Nel caso di applicazioni specifiche, ove sia richiesto l'uso di trefolo di diametro diverso, il nostro Ufficio Tecnico è a disposizione per qualsiasi informazione.

Diametro	Specifica	Tipo di trefolo	Diametro nominale	Sezione nominale	Massa nominale	Carico di rottura $F_{pk}$	Limite elastico allo 0,1% $F_{p0,1}$	Rilassamento dopo 1000 ore allo 0.7 - 0.8 del carico di rottura	
								%	%
0.6"	EN 10138	standard	15.2	140	1090	260	230	2.5	4.5
		super	15.7	150	1180	279	248	2.5	4.5
	ASTM A416/94	Grade 270	15.24	140	1102	260.7	221	2.5	4.5
0.6" compatto	ASTM A779/90		15.2	165	1290	300	264	2.5	4.5

Modulo elastico  $E = 195 \pm 10 \text{ kN/mm}^2$   $195000 \text{ Kg/cm}^2$

Trefoli n.	Diametro nominale mm	Sezione mm <sup>2</sup>	Carico ultimo $F_p = n F_{pk}$ kN	Carico di esercizio in relazione a $F_p$				Carico di snervamento $F_s = n F_{p0,1}$ kN	Carico di esercizio in relazione a $F_s$	
				0,7 $F_p$	0,625 $F_p$	0,6 $F_p$	0,5 $F_p$		0,75 $F_s$	0,6 $F_s$
				kN	kN	kN	kN		kN	kN
2	15,2	280	520	364	325	312	260	460	345	276
3	15,2	420	780	546	488	468	390	690	518	414
4	15,2	560	1040	728	650	624	520	920	690	552
5	15,2	700	1300	910	813	780	650	1150	863	690
6	15,2	840	1560	1092	975	936	780	1380	1035	828
7	15,2	980	1820	1274	1138	1092	910	1610	1208	966
8	15,2	1120	2080	1456	1300	1248	1040	1840	1380	1104
9	15,2	1260	2340	1638	1463	1404	1170	2070	1553	1242
10	15,2	1400	2600	1820	1625	1560	1300	2300	1725	1380
2	15,7	300	558	391	349	335	279	496	372	298
3	15,7	450	837	586	523	502	419	744	558	446
4	15,7	600	1116	781	698	670	558	992	744	595
5	15,7	750	1395	977	872	837	698	1240	930	744
6	15,7	900	1674	1172	1046	1004	837	1488	1116	893
7	15,7	1050	1953	1367	1221	1172	977	1736	1302	1042
8	15,7	1200	2232	1562	1395	1339	1116	1984	1488	1190
9	15,7	1350	2511	1758	1569	1507	1256	2232	1674	1339
10	15,7	1500	2790	1953	1744	1674	1395	2480	1860	1488

I carichi di esercizio indicati in tabella sono da definirsi in relazione alle normative di riferimento (raccomandazioni AICAP, norme BS, norme SIA, raccomandazioni TA '95, etc. ...)

Dati ulteriori disponibili a richiesta.

## PROTEZIONE DEL TIRANTE

Il grado di protezione del tirante viene stabilito in base alla sua durata nel tempo e all' aggressività dell'ambiente.

La protezione di ogni parte del tirante è garantita da:

- Tratto libero:  
rivestimento di ogni singolo trefolo con materiale soffice anticorrosione (grasso, cera ecc.) e tubo in polietilene (viplatura); una guaina esterna protegge ulteriormente tutto il fascio di trefoli (tiranti provvisori e permanenti).
- Tratto di fondazione:  
iniezione in cemento e guaina corrugata in materiale plastico (tiranti permanenti).
- Testata d'ancoraggio:  
rappresenta l'elemento critico del sistema ed è quello più soggetto alla possibilità della corrosione e della trasmissione delle correnti vaganti; necessita quindi di un perfetto isolamento sia a contatto con l' esterno sia nella zona sottopiastra.

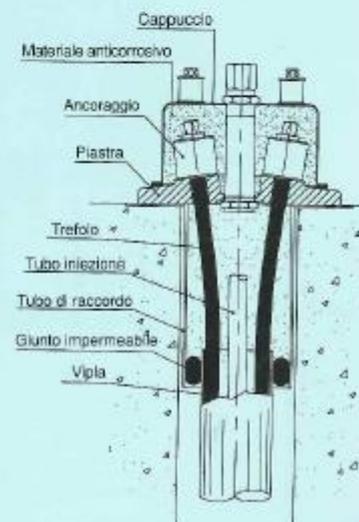
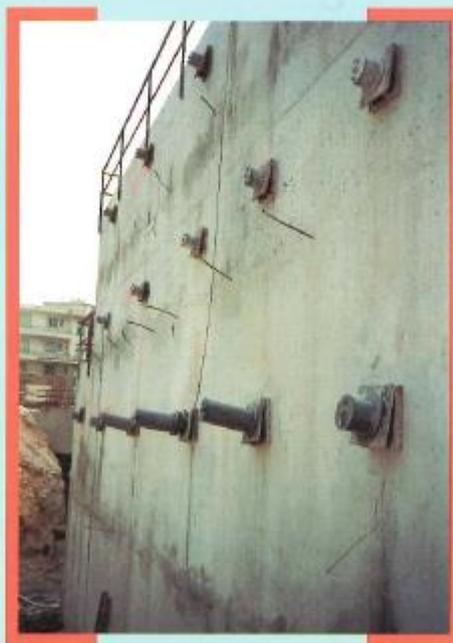
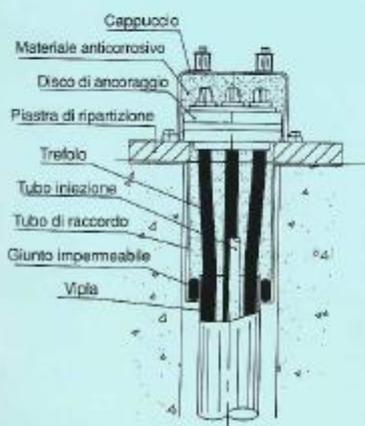
La protezione esterna della testata è assicurata tramite:

- un tamponamento in calcestruzzo, nel caso non necessiti nessun controllo o ritesatura nel tempo;
- la messa in opera di un cappuccio metallico riempito in materiale soffice anticorrosivo.

La protezione sottopiastra è assicurata da:

un sistema isolante, costituito da una camera cilindrica sigillata alla testata e da una guarnizione che crea ermeticità con la guaina plastica del tratto libero; il sistema viene riempito in materiale soffice anticorrosivo dopo la messa in tensione.

Gli schemi illustrano il sistema proposto da TENSACCIAI, che può consentire un'ulteriore protezione dalle correnti vaganti tramite l'interposizione, tra superficie di appoggio e testata, di materiali dielettrici.



Per il dimensionamento geotecnico il tirante deve essere verificato con specifico riferimento ad uno stato limite di sfilamento della fondazione. La verifica di tale condizione è stata effettuata con riferimento alla combinazione A1+M1+R3, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tab 6.2.I, 6,2,II e 6,6,I calcolando la lunghezza minima del bulbo di fondazione.

- Tiranti 5 trefoli interasse 2,5 m

Dimensionamento di tiranti di sostegno di tipo a barra o a trefoli

sforzo di trazione sul tirante per la sezione unitaria 30 t  
 interasse tiranti 2,5 m carico minimo richiesto al tirante 75 t  
 Tiranti a trefolo (1) a barra (2) 1  
 Caratteristiche trefoli n° trefoli 5 diametro singolo trefolo 15,24 mm  
 carico massimo ammissibile del tirante a trefoli 75 t  
 CARATTERISTICHE BARRE acciaio barre di ancoraggio tipo HB sigma amm. 6300 kg/cm2  
 Sezione minima di armatura metallica della barra 11,90 cm2  
 Scelgo una barra di ancoraggio avente: diam. 26,5 mm area sez. 5,51 cm2  
 Carico massimo ammissibile del tirante a barra 35 t

**1) ADERENZA ACCIAIO - MALTA DI INIEZIONE**

fattori correttivi:

gamma 2  
 delta 0,63

Valori di gamma:	
filo liscio, barre lisce, verniciati o untati 0,75 - 0,85	filo liscio, barre lisce 1,30
filii lisci con ringrossi all'estremità o barra con rondella all'estremità 1,70	trefolo normale, barre corrugate pulite 2
trefoli normali con compression grips all'estremità 2,50	

**Valori di delta per elementi contenuti in una stessa guina separati da distanziatori**  
 che costringano ad allargamenti e strozzature alternate, n = numero di fili o barre

n	delta
1	1
2	0,89
3	0,81
4	0,72
5	0,63
6	0,55
7	0,48
8	0,42
9	0,36
10	0,32
11	0,28
12	0,24

**valori di delta per elementi paralleli**

n	delta
1	1
2	0,8
3	0,6
4	0,5

R'bk 25

Tau cls 0,53

Lunghezza della fondazione 464,77 cm

**2) RESISTENZA ALLO SFILAMENTO DELLA MALTA IN CORRISPONDENZA DELLA GUINA CORRUGATA**

NB. Vale solo se il passo della greccatura della guina è superiore a 5 mm

diametro interno della guina greccata 6 cm

Lunghezza della fondazione 743,73 cm

**3) ADERENZA DELLA MALTA AL FORO - BULBO**

Coefficiente di sicurezza richiesto

2

tensione unitaria di aderenza malta terreno in Mpa

basalto	6	limi argillosi	0,06 - 0,09
calcare	2,8 - 4,8	argilla bagnata	0,05 - 0,08
arenaria	1,6	argilla sabbiosa compatta	0,2 - 0,4
dolomite	1,8	sabbia medio fine compatta	0,2 - 0,6
scisti	0,6	argilla dura	0,2 - 0,5
scisti alt.	0,4	argilla plastica	0,16 - 0,3
gesso	0,7	sabbia e ghiaia compatta	0,3 - 0,6
ardesia	1,8		

tensione unitaria del terreno in oggetto

0,35 Mpa

Diametro della perforazione

14 cm

coefficiente di maggiorazione del diametro di perforazione, per iniezioni in pressione

1

Lunghhezza fondazione

971,40 cm

**4) PROPORZIONAMENTO DELLE PIASTRE DI ANCORAGGIO DEI TIRANTI**

sforzo massimo ammissibile nel tirante

75 t

sollecitazione ammissibile a compressione del materiale su cui poggia la piastra

25 Mpa

diametro del foro retrostante la piastra

80 mm

Lato della piastra quadrata o diametro piastra circolare

187 mm

Spessore minimo della piastra

27 mm

**QUADRO RIASSUNTIVO**

interasse tiranti

250 cm

carico minimo richiesto ad ogni tirante

75 t

tirante di tipo a TREFOLO, n° trefoli :

5

carico massimo ammissibile del tirante

75,0 t

lunghezza della fondazione per verifica aderenza acciaio-malta

464,77 cm

lunghezza della fondazione per verifica sfilamento in corrispondenza della guina

743,73 cm

Lunghezza del bulbo per verifica aderenza fondazione-terreno

971,40 cm

lato minimo o diametro della piastra di ancoraggio

18,7 cm

spessore minimo della piastra di ancoraggio

2,68 cm

- Tiranti 3 trefoli interasse 3 m

Dimensionamento di tiranti di sostegno di tipo a barra o a trefoli

sforzio di trazione sul tirante per la sezione unitaria	15	t
interasse tiranti	3	m
carico minimo richiesto al tirante	45	t
Tiranti a trefolo (1) a barra (2)	1	
Caratteristiche trefoli	n° trefoli 3	diametro singolo trefolo 15,24 mm
carico massimo ammissibile del tirante a trefoli	45	t
CARATTERISTICHE BARRE	acciaio barre di ancoraggio tipo HB	sigma amm. 6300 kg/cm2
Sezione minima di armatura metallica della barra	7,14	cm2
Scelgo una barra di ancoraggio avente:	diam. 26,5 mm	area sez. 5,51 cm2
Carico massimo ammissibile del tirante a barra	35	t

1) ADERENZA ACCIAIO - MALTA DI INIEZIONE

fattori correttivi:

gamma	2
delta	0,63

<b>Valori di gamma:</b>	
filo liscio, barre lisce, verniciati o untati	0,75 - 0,85
filo liscio, barre lisce	1,30
filo liscio con ringrossi all'estremità o barra con rondella all'estremità	1,70
trefolo normale, barre corrugate pulite	2
trefoli normali con compression grips all'estremità	2,50
<b>Valori di delta per elementi contenuti in una stessa guina separati da distanziatori</b>	
che costringano ad allargamenti e strozzature alternate, n = numero di fili o barre	
n	delta
1	1
2	0,89
3	0,81
4	0,72
5	0,63
6	0,55
7	0,48
8	0,42
9	0,36
10	0,32
11	0,28
12	0,24

valori di delta per elementi paralleli

n	delta
1	1
2	0,8
3	0,6
4	0,5

R'bk	25
Tau cls	0,53

Lunghezza della fondazione 464,77 cm

2) RESISTENZA ALLO SFILAMENTO DELLA MALTA IN CORRISPONDENZA DELLA GUINA CORRUGATA

NB. Vale solo se il passo della grecatura della guina è superiore a 5 mm

diametro interno della guina grecata 6 cm

Lunghezza della fondazione 446,24 cm

**3) ADERENZA DELLA MALTA AL FORO - BULBO**

Coefficiente di sicurezza richiesto	2																																		
tensione unitaria di aderenza malta terreno in Mpa		<table border="1"> <tr><td>basalto</td><td>6</td><td>limi argillosi</td><td>0,06 - 0,09</td></tr> <tr><td>calcare</td><td>2,8 - 4,8</td><td>argilla bagnata</td><td>0,05 - 0,08</td></tr> <tr><td>arenaria</td><td>1,6</td><td>argilla sabbiosa compatta</td><td>0,2 - 0,4</td></tr> <tr><td>dolomite</td><td>1,8</td><td>sabbia medio fine compatta</td><td>0,2 - 0,6</td></tr> <tr><td>scisti</td><td>0,6</td><td>argilla dura</td><td>0,2 - 0,5</td></tr> <tr><td>scisti alt.</td><td>0,4</td><td>argilla plastica</td><td>0,16 - 0,3</td></tr> <tr><td>gesso</td><td>0,7</td><td>sabbia e ghiaia compatta</td><td>0,3 - 0,6</td></tr> <tr><td>ardesia</td><td>1,8</td><td></td><td></td></tr> </table>	basalto	6	limi argillosi	0,06 - 0,09	calcare	2,8 - 4,8	argilla bagnata	0,05 - 0,08	arenaria	1,6	argilla sabbiosa compatta	0,2 - 0,4	dolomite	1,8	sabbia medio fine compatta	0,2 - 0,6	scisti	0,6	argilla dura	0,2 - 0,5	scisti alt.	0,4	argilla plastica	0,16 - 0,3	gesso	0,7	sabbia e ghiaia compatta	0,3 - 0,6	ardesia	1,8			
basalto	6	limi argillosi	0,06 - 0,09																																
calcare	2,8 - 4,8	argilla bagnata	0,05 - 0,08																																
arenaria	1,6	argilla sabbiosa compatta	0,2 - 0,4																																
dolomite	1,8	sabbia medio fine compatta	0,2 - 0,6																																
scisti	0,6	argilla dura	0,2 - 0,5																																
scisti alt.	0,4	argilla plastica	0,16 - 0,3																																
gesso	0,7	sabbia e ghiaia compatta	0,3 - 0,6																																
ardesia	1,8																																		
tensione unitaria del terreno in oggetto	0,35	Mpa																																	
Diametro della perforazione	14	cm																																	
coefficiente di maggiorazione del diametro di perforazione, per iniezioni in pressione			1																																
Lunghhezza fondazione	582,84	cm																																	

**4) PROPORZIONAMENTO DELLE PIASTRE DI ANCORAGGIO DEI TIRANTI**

sforzo massimo ammissibile nel tirante	45	t	
sollecitazione ammissibile a compressione del materiale su cui poggia la piastra			25 Mpa
diametro del foro retrostante la piastra	80	mm	
Lato della piastra quadrata o diametro piastra circolare	152	mm	
Spessore minimo della piastra	19	mm	

**QUADRO RIASSUNTIVO**

interasse tiranti	300	cm
carico minimo richiesto ad ogni tirante	45	t
tirante di tipo a	TREFOLO, n° trefoli :	3
carico massimo ammissibile del tirante	45,0	t
lunghezza della fondazione per verifica aderenza acciaio-malta	464,77	cm
lunghezza della fondazione per verifica sfilamento in corrispondenza della guina	446,24	cm
Lunghhezza del bulbo per verifica aderenza fondazione-terreno	582,84	cm
lato minimo o diametro della piastra di ancoraggio	15,2	cm
spessore minimo della piastra di ancoraggio	1,93	cm

**Acciaio Per Carpenteria Metallica**

**Proprietà dei materiali per la fase di analisi strutturale**

Modulo Elastico:  $E = 2.100.000 \text{ kg/cm}^2$  ( $210.000 \text{ N/mm}^2$ )

Coefficiente di Poisson:  $\nu = 0.3$

Modulo di elasticità trasversale:  $G = E / [2*(1+\nu)]$  ( $\text{N/mm}^2$ )

Coefficiente di espansione termica lineare:  $\alpha = 12*10^{-6}$  per  $^{\circ}\text{C}^{-1}$  (per  $T < 100^{\circ}\text{C}$ )

Densità:  $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

**Caratteristiche minime dei materiali**

	S235	S275	S355	S355
<b>tensione di rottura</b>	360 N/mm <sup>2</sup>	430 N/mm <sup>2</sup>	510 N/mm <sup>2</sup>	550 N/mm <sup>2</sup>
<b>tensione di snervamento</b>	235 N/mm <sup>2</sup>	275 N/mm <sup>2</sup>	355 N/mm <sup>2</sup>	440 N/mm <sup>2</sup>

**Bulloneria**

Nelle unioni con bulloni si assumono le seguenti resistenze di calcolo:

<b>STATO DI TENSIONE</b>					
CLASSE VITE	f <sub>tb</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>yb</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>k,N</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>d,N</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>d,V</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
4.6	400	240	240	240	170
5.6	500	300	300	300	212
6.8	600	480	360	360	255
8.8	800	640	560	560	396
10.9	1000	900	700	700	495

legenda:

f<sub>k,N</sub> è assunto pari al minore dei due valori f<sub>k,N</sub> = 0.7 f<sub>t</sub> (f<sub>k,N</sub> = 0.6 f<sub>t</sub> per viti di classe 6.8)

f<sub>k,N</sub> = f<sub>y</sub> essendo f<sub>tb</sub> ed f<sub>yb</sub> le tensioni di rottura e di snervamento

f<sub>d,N</sub> = f<sub>k,N</sub> = resistenza di calcolo a trazione

f<sub>d,V</sub> = f<sub>k,N</sub> / √2 = resistenza di calcolo a taglio

**Saldature**

Su tutte le saldature è stato eseguito un controllo visivo e dimensionale. Le saldature più importanti (ad esempio le saldature delle giunzioni flangiate) sono state controllate a mezzo di particelle magnetiche e/o ultrasuoni.

Il filo di saldatura utilizzato è di tipo IT-SG3 (Saldature ad alta resistenza, fino a 600N/mm<sup>2</sup>), ed ha le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche meccaniche: R=590N/mm<sup>2</sup>; S=420N/mm<sup>2</sup>; KV (20°C) = 50J

Composizione chimica media: C = 0.08%; Mn =1.4%; Si = 0.8%; P = 0.02%; S = 0.02%.

I saldatori utilizzati per la costruzione delle strutture sono certificati secondo la UNI EN 287/1.

## Verifiche Nei Confronti Degli Stati Limite Ultimi

Secondo la normativa tecnica D.M. 14/01/2008 le verifiche geotecniche per le opere di sostegno possono essere effettuate come segue.

La verifica di stabilità globale dell'insieme terreno-opera deve essere effettuata secondo

l'Approccio 1:

- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II e 6.8.I.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate considerando le seguenti combinazioni di coefficienti:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)

- Combinazione 2: (A2+M2+R1)

tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I.

Per le paratie, i calcoli di progetto devono comprendere la verifica degli eventuali ancoraggi, puntoni o strutture di controventamento.

Fermo restando quanto specificato nel § 6.5.3.1.1 per il calcolo delle spinte, per valori dell'angolo d'attrito tra terreno e parete  $d > j'/2$  ai fini della valutazione della resistenza passiva è necessario tener conto della non planarità delle superfici di scorrimento.

Le verifiche geotecniche sono state realizzate con il programma di calcolo STS Software CDB, per la verifica delle berlinesi e con il programma di calcolo STS Software CDW, per la verifica dei muri.

Di seguito si riportano i tabulati di calcolo e le verifiche.

**Come si può osservare dai tabulati riportati, le verifiche risultano essere soddisfatte, poiché i coefficienti di sicurezza risultano essere di molto superiori ai valori di R3 richiesti dalle NTC 2008.**

Andora, aprile 2017

Ing. Mauro Marchiano

## **Relazione di accettabilita' dell'analisi relativa alla validazione dei codici.**

La S.T.S. Software srl a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti, così come prevede la normativa, fornisce on-line i test sui casi prova relativi al programma utilizzato STS - CDB (<http://www.stsweb.it/download/Validazione/Validazione CDB.pdf>).

Il software è inoltre dotato di filtri e controlli di autodiagnostica che permettono di visualizzare a livello grafico e come tabulati, la congruenza e le verifiche sia per le fasi di modellazione della struttura che per quelli di calcolo. Si riporta in allegato la validazione di calcolo.

## **Relazione di accettabilita' dell'analisi delle strutture eseguite con elaboratore.**

Il software utilizzato STS CDB (n. licenza 32536) permette di verificare agli stati limite ultimo le strutture delle berlinesi di micropali, modellando analiticamente la struttura con elementi travi a comportamento elastico lineare e il terreno con molle non lineari. La visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi permette di avere un immediato controllo sui valori ricavati.

E' possibile effettuare un confronto diretto, con modelli semplificati che rappresentano la struttura modellata, ovvero con i valori ricavabili da analisi semplificate derivanti dalla teoria proposta da Bowles.

Tutte le verifiche hanno dato esito positivo.

## **Relazione di accettabilita' dell'analisi relativa alla validazione dei codici.**

La S.T.S. Software srl a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti, così come prevede la normativa, fornisce on-line i test sui casi prova relativi al programma utilizzato STS - CDW (<http://www.stsweb.it/download/Validazione/Validazione CDW.pdf>).

Il software è inoltre dotato di filtri e controlli di autodiagnostica che permettono di visualizzare a livello grafico e come tabulati, la congruenza e le verifiche sia per le fasi di modellazione della struttura che per quelli di calcolo. Si riporta in allegato la validazione di calcolo.

## **Relazione di accettabilita' dell'analisi delle strutture eseguite con elaboratore.**

Il software utilizzato STS CDW (n. licenza 32536) permette di verificare agli stati limite ultimo le strutture di muri di sostegno, modellando analiticamente il comportamento fisico della struttura. La visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi permette di avere un immediato controllo sui valori ricavati.

E' possibile effettuare un confronto diretto, con modelli semplificati che rappresentano la struttura modellata, ovvero con i valori ricavabili da analisi semplificate derivanti dalla teoria della Scienza delle Costruzioni.

Tutte le verifiche hanno dato esito positivo.

## VERIFICHE GEOTECNICHE STRUTTURALI

### Berlinese sezione 1-2

#### 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, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".*

#### • 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:

- a) con superficie del terreno rettilinea
- b) 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

#### • 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:

- 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:

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

a) **Con superficie del terreno rettilinea**

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

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

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.

**b) 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:

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

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  $ro$  tale angolo, si ottiene, per  $\beta = 90^\circ$ :

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

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

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

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

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

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

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

**c) 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 *N.T.C. 2008*: in assenza di studi specifici, i coefficienti sismici orizzontale ( $k_h$ ) e verticale ( $k_v$ ) che interessano tutte le masse sono calcolati come (7.11.6.3.1):

$$\begin{aligned} g \cdot K_h &= \alpha \cdot \beta \cdot a_{\max} \\ a_{\max} &= a_g \cdot S_S \cdot S_T \\ K_v &= 0,5 \cdot K_h \end{aligned}$$

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

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

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

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

-  $\phi$ : 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:

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

$\tau_w$ : peso specifico dell'acqua

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

**b) 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 N.T.C. 2008:

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

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

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

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

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.

• **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 ( $ro$ ), 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:

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

• **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:

a) per  $m \leq 0,4$

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

b) per  $m > 0,4$

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

• **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

• **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:

$H_{wm}$  = quota della falda di monte

$H_{wv}$  = quota della falda di valle

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

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

• **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:

$\sigma_{hp}$  = pressione passiva orizzontale

$R_p$  = coefficiente di riduzione della spinta passiva

$\sigma_v$  = pressione verticale

$K_p$  = coefficiente di spinta passiva dello strato di calcolo

$\delta$  = coefficiente di attrito terra-parete

$C$  = coesione

$R_{ac}$  = rapporto aderenza/coesione

a) per  $\phi > 0$ :

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

b) per  $\phi = 0$ :

$$K_p = 1$$

• **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 vogliano 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 e' 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 e' infissa la paratia.

### 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 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 rigidezza vengono sommati agli elementi diagonali della matrice globale. I tiranti hanno un legame costitutivo unilatero.

#### 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:

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

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

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

#### 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:

$$v_l = 1,5 \text{ cm spostamento limite elastico}$$

$P_p$  = pressione passiva

$P_u = \min(vl \times K, P_p)$  pressione massima sopportata dal terreno

$K \times v \leq P_u$  (fase elastica)

$P(v) = P_u$  se  $K \times v > P_u$  (fase plastica)

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.

#### • **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.

#### 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

#### 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

$K_0 = 1 - \sin(f)$  (spinta a riposo)

$c$  = coesione

allora:

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

• **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:

- 1) verifica del profilo del longherone calcolato a trave continua e caricato con forze concentrate.
- 2) Verifica del comportamento a mensola della piattabanda del profilo a contatto con i pali della berlinese.
- 3) Verifica che la risultante inclinata del tirante sia interna alla area di contatto costituita dalle piattabande dei profili.
- 4) Verifica della piastra forata della testata sollecitata dal tiro del tirante irrigidita con eventuali nervature.
- 5) 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.

**DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI**

DATI GENERALI			
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	SECONDA
Longitudine Est (Grd)	7,75017	Latitudine Nord (Grd)	44,08398
Categoria Suolo	B	Coeff. Condiz. Topogr.	1,20000
PARAMETRI SISMICI S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo Ritorno Anni	50,00
Accelerazione Ag/g	0,05	Fattore Stratigr. 'S'	1,20
PARAMETRI SISMICI S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo Ritorno Anni	475,00
Accelerazione Ag/g	0,15	Fattore Stratigr. 'S'	1,20
COEFFICIENTI DI SPINTA SISMICA			
Coeff deformab. Alfa	1,00	Coeff. Spostam. Beta	0,48
Coeff. Orizzontale	0,10	Coeff. Verticale	0,05
DATI PARATIA			
Tipo diaframma		TIRANTATA	
Moto di filtrazione		ASSENTE	
Tipo di paratia		BERLINESE	

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI**

DATI GENERALI		
Tipo verifica sezioni	D.M. 2008	
Numero Condizioni di Carico	1	
Tipo Tiranti	PERMANENTI	
Numero Fasi di calcolo	7	
Sbancamento Aggiuntivo Quota Tirante [m]	0,60	
Modellazione Molle con diagramma P-Y	ELASTO-PLASTICO	
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

**DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI**

CEMENTO ARMATO CORDOLI				
Classe Calcestruzzo	C25/30		Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	314758	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2		Tipo Armatura	SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	250,0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDIN. XC2/XC3
Resist. Calcolo 'fcd'	141,0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	141,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3913,0 kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35	%	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00 %
Fessura Max.Comb.Rare			Sigma CLS Comb.Rare	150,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,2	mm	Sigma CLS Comb.Perm	112,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,3	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc		

**DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI**

CEMENTO ARMATO CORDOLI		
Copriferro	3,0 cm	
Passo minimo armatura staffe	10 cm	
Passo massimo armatura staffe	30 cm	
Step passo armatura staffe	5 cm	
Diametro ferro staffe	8 mm	
Diametro ferro armatura longitudinale	16 mm	
Numero minimo ferri	3 --	

**DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI**

PROFILI IN ACCIAIO									
Sigla Profilo	Peso kg/ml	Mod.Elast. kg/cmq	Spess mm	Ix cm4	Wx cm3	Area cmq	Ay cmq	Tipo Acciaio	fy kg/cmq
S114S8	20,91	2100000		376	66	26,6	13,4	S355	3550

**GEOMETRIA PARATIA**

GEOMETRIA DIAFRAMMA	
Sigla profilo	S114S8
Diametro Foro [m]	0,20
Interasse tra i profili [m]	1,40

**GEOMETRIA PARATIA**

GEOMETRIA DIAFRAMMA	
Quota estradosso terrapieno [m]	0,00
Spessore terrapieno [m]	2,80
Profondita' di infissione [m]	8,20
Quota falda di monte [m]	2,80
Quota falda di valle [m]	3,00
Inclinazione terrapieno di monte [°]	21,00
Inclinazione terrapieno di valle [°]	5,00
Distanza terrapieno orizzontale [m]	20,00
Passo di discretizzazione [m]	0,50
Rigidezza alla trasl. orizz. [t/m]	0,00
Rigidezza alla rotazione [t]	0,00
Numero file pali	2
Tipo sfalsamento pali	Pali Sfalsati
Interasse file [m]	0,50
Aggetto minimo [m]	0,50

**GEOMETRIA PARATIA**

CORDOLO DI TESTA IN C. L. S.	
Aggetto lato valle [m]	0,20
Aggetto lato monte [m]	0,20
Altezza [m]	0,80

**GEOMETRIA PARATIA**

GEOMETRIA TIRANTI

N.ro	Quota (m)	Inclinaz. (Grd)	Area (cmq)	Mod. Elast. (kg/cmq)	Lunghezza (m)	Sup.bulbo (mg)	Pretens. (t)	f <sub>yk</sub> (kg/cmq)	f <sub>tk</sub> (kg/cmq)	eu (%)	Rak (kg)	Fattore CSI
1	1,50	-20,00	5,55	2100000	10,00	3,51	60,00	8000	9500	1,00	Da NORMA	1,80

**GEOMETRIA PARATIA**

GEOMETRIA CORDOLI TIRANTI

Tir. N.ro	Franco (m)	Interasse (m)	Fila	Diametro Foro (m)	Base (m)	Altezza (m)	Piastra (m)	LargTest (m)	Longheroni (Sigla)	Piatti (Sigla)	Angolari (Sigla)
1	0,50	3,00	Allineata	0,16	0,3	0,60	0,30	0,50	HEB180	PL 200*20	ANG60*8

**STRATIGRAFIA**

STRATIGRAFIA

Strato N.ro	Spess. m	Coes. kg/cmq	Rapp. ader/co	Ang.attr Grd	Peso spec kg/mc	Peso effc kg/mc	Attr. terra-muro	Kw Orizz kg/cm	Descrizione
1	5,00	0,400	0,400	30,00	1800	900	22,00	BOWELS	
2	10,00	10,000	0,500	31,00	2500	900	20,00	BOWELS	

**COMBINAZIONI CARICHI**

Cond. Num.	Descrizione Condizione
1	PERMANENTE

**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
2	1,00										1,00

**COMBINAZIONI CARICHI**

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. M 2

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

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
2	1,00										1,00

**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										

**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										

**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										

**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										

**COEFFICIENTI DI SPINTA**

N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'			TABELLA 'A2'		
		Ka	Kas	Kp	Ka	Kas	Kp
1	0,50	0,42637	0,19686	5,06732	0,58190	0,43370	3,80876
2	1,00	0,42637	0,19686	5,06732	0,58190	0,43370	3,80876
3	1,50	0,42637	0,19686	5,06732	0,58190	0,43370	3,80876
4	2,15	0,42637	0,19686	5,06732	0,58190	0,43370	3,80876
5	2,80	0,42637	0,19686	5,06732	0,58190	0,43370	3,80876
6	3,00			5,06732			3,80876
7	3,50			5,06732			3,80876
8	4,00			5,06732			3,80876
9	4,50			5,06732			3,80876
10	5,00			5,06732			3,80876
11	5,50			4,96754			3,74265
12	6,00			4,96754			3,74265
13	6,50			4,96754			3,74265
14	7,00			4,96754			3,74265
15	7,50			4,96754			3,74265
16	8,00			4,96754			3,74265
17	8,50			4,96754			3,74265
18	9,00			4,96754			3,74265
19	9,50			4,96754			3,74265
20	10,00			4,96754			3,74265
21	10,50			4,96754			3,74265
22	11,00			4,96754			3,74265

**PRESSIONI ORIZZONTALI - CONDIZIONE N.ro: 1**

N.ro	Quota	TABELLA 'A1'		TABELLA 'A2'	
		Pq	PI	Pq	PI

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

	m	Kg/m	Kg/m	Kg/m	Kg/m
1	0,50	0	0	0	0
2	1,00	0	0	0	0
3	1,50	0	0	0	0
4	2,15	0	0	0	0
5	2,80	0	0	0	0

**PRESSIONI ORIZZONTALI**

N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'		TABELLA 'A2'			Pn Kg/m	Pwm Kg/m	Pwv Kg/m	Pwms Kg/m	Pwvs Kg/m
		Pa Kg/m	Pc Kg/m	Pa Kg/m	Pc Kg/m	Ps Kg/m					
1	0,50	0 384	-6181	0 524	-5777	1060 1060	3	0	0	0	0
2	1,00	384 767	-6181	524 1047	-5777	1060 1060	3	0	0	0	0
3	1,50	767 1151	-6181	1047 1571	-5777	1060 1060	3	0	0	0	0
4	2,15	1151 1650	-6181	1571 2252	-5777	1060 1060	3	0	0	0	0
5	2,80	1650 1899	-6181	2252 2592	-5777	1060 1060	3	650	0	0	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0 0	0 0	0 0	-17	0 0
2	1,00	0 3667	0 -1481	0	-402	0 871
3	1,50	3667 9528	-1481 -3849	-917	-1750	871 4093
4	2,15	9528 3480	-3849 -1406	340	-6855	-5189 -828
5	2,80	3480 -155	-1406 62	126	-7312	-828 329
6	3,00	-155 -425	1800 1873	66	-6950	329 257
7	3,50	-425 -272	1873 2054	-8	-5983	257 82
8	4,00	-272 -62	2054 2236	-15	-4926	82 -3
9	4,50	-62 11	2236 2418	-5	-3777	-3 -16
		11	2418			-16

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
10	5,00	32	2600	1	-2537	-12
11	5,50	32 -6	2342 2506	0	-1340	-12 1
12	6,00	-6 0	2506 2670	0	-61	1 0
13	6,50	0 0	2670 2834	0	0	0 0
14	7,00	0 0	2834 2997	0	0	0 0
15	7,50	0 0	2997 3161	0	0	0 0
16	8,00	0 0	3161 3325	0	0	0 0
17	8,50	0 0	3325 3489	0	0	0 0
18	9,00	0 0	3489 3652	0	0	0 0
19	9,50	0 0	3652 3816	0	0	0 0
20	10,00	0 0	3816 3980	0	0	0 0
21	10,50	0 0	3980 4144	0	0	0 0
22	11,00	0 0	4144 4308	0	0	0 0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	0	-12	0
2	1,00	0	-282	610

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
3	1,50	-642	-1225	2865
4	2,15	238	-4799	-580
5	2,80	88	-5118	231
6	3,00	46	-4865	180
7	3,50	-6	-4188	58
8	4,00	-10	-3448	-2
9	4,50	-4	-2644	-11
10	5,00	1	-1776	-9
11	5,50	0	-938	1
12	6,00	0	-43	0
13	6,50	0	0	0
14	7,00	0	0	0
15	7,50	0	0	0
16	8,00	0	0	0
17	8,50	0	0	0
18	9,00	0	0	0
19	9,50	0	0	0
20	10,00	0	0	0
21	10,50	0	0	0
22	11,00	0	0	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0 0	0 0	0 0	-16	0 0

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
		0	0			0
2	1,00	3666	-1481	0	-402	871
		3666	-1481			871
3	1,50	9528	-3849	-917	-1749	4092
		9528	-3849			-5189
4	2,15	3480	-1406	340	-6855	-828
		3480	-1406			-828
5	2,80	-155	62	126	-7311	329
		-155	1800			329
6	3,00	-425	1873	66	-6950	257
		-425	1873			257
7	3,50	-272	2054	-8	-5983	82
		-272	2054			82
8	4,00	-62	2236	-15	-4925	-3
		-62	2236			-3
9	4,50	11	2418	-5	-3776	-16
		11	2418			-16
10	5,00	32	2600	1	-2537	-12
		32	2600			-12
11	5,50	-6	2342	0	-1340	1
		-6	2342			1
12	6,00	0	2506	0	-61	0
		0	2506			0
13	6,50	0	2670	0	0	0
		0	2670			0
14	7,00	0	2834	0	0	0
		0	2834			0
15	7,50	0	2997	0	0	0
		0	2997			0
16	8,00	0	3161	0	0	0
		0	3161			0
		0	3325			0

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
17	8,50	0	3489	0	0	0
18	9,00	0 0	3489 3652	0	0	0 0
19	9,50	0 0	3652 3816	0	0	0 0
20	10,00	0 0	3816 3980	0	0	0 0
21	10,50	0 0	3980 4144	0	0	0 0
22	11,00	0 0	4144 4308	0	0	0 0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	0	-11	0
2	1,00	0	-281	610
3	1,50	-642	-1224	2865
4	2,15	238	-4798	-580
5	2,80	88	-5118	231
6	3,00	46	-4865	180
7	3,50	-6	-4188	58
8	4,00	-10	-3447	-2
9	4,50	-4	-2643	-11
10	5,00	1	-1776	-9
11	5,50	0	-938	1
12	6,00	0	-42	0
13	6,50	0	0	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
14	7,00	0	0	0
15	7,50	0	0	0
16	8,00	0	0	0
17	8,50	0	0	0
18	9,00	0	0	0
19	9,50	0	0	0
20	10,00	0	0	0
21	10,50	0	0	0
22	11,00	0	0	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0 0	0 0	0 0	-17	0 0
2	1,00	0 3667	0 -1481	0	-402	0 871
3	1,50	3667 9528	-1481 -3849	-917	-1750	871 4093
4	2,15	9528 3480	-3849 -1406	340	-6855	-5189 -828
5	2,80	3480 -155	-1406 62	126	-7311	-828 329
6	3,00	-155 -425	1800 1873	66	-6950	329 257
7	3,50	-425 -272	1873 2054	-8	-5983	257 82
8	4,00	-272 -62	2054 2236	-15	-4925	82 -3

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

<b>PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1</b>						
PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
9	4,50	-62 11	2236 2418	-5	-3777	-3 -16
10	5,00	11 32	2418 2600	1	-2537	-16 -12
11	5,50	32 -6	2342 2506	0	-1340	-12 1
12	6,00	-6 0	2506 2670	0	-61	1 0
13	6,50	0 0	2670 2834	0	0	0 0
14	7,00	0 0	2834 2997	0	0	0 0
15	7,50	0 0	2997 3161	0	0	0 0
16	8,00	0 0	3161 3325	0	0	0 0
17	8,50	0 0	3325 3489	0	0	0 0
18	9,00	0 0	3489 3652	0	0	0 0
19	9,50	0 0	3652 3816	0	0	0 0
20	10,00	0 0	3816 3980	0	0	0 0
21	10,50	0 0	3980 4144	0	0	0 0
22	11,00	0 0	4144 4308	0	0	0 0

<b>PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1</b>					
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO					
N.ro	Quota	Mf	N	Tg	

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

	m	Kg-m	Kg	Kg
1	0,50	0	-12	0
2	1,00	0	-281	610
3	1,50	-642	-1225	2865
4	2,15	238	-4799	-580
5	2,80	88	-5118	231
6	3,00	46	-4865	180
7	3,50	-6	-4188	58
8	4,00	-10	-3448	-2
9	4,50	-4	-2644	-11
10	5,00	1	-1776	-9
11	5,50	0	-938	1
12	6,00	0	-43	0
13	6,50	0	0	0
14	7,00	0	0	0
15	7,50	0	0	0
16	8,00	0	0	0
17	8,50	0	0	0
18	9,00	0	0	0
19	9,50	0	0	0
20	10,00	0	0	0
21	10,50	0	0	0
22	11,00	0	0	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
		0	0	0		0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0	0	0	-16	0
2	1,00	0 3666	0 -1481	0	-402	0 871
3	1,50	3666 9528	-1481 -3849	-917	-1749	871 4092
4	2,15	9528 3480	-3849 -1406	340	-6855	-5189 -828
5	2,80	3480 -155	-1406 62	126	-7311	-828 329
6	3,00	-155 -425	1800 1873	66	-6950	329 257
7	3,50	-425 -272	1873 2054	-8	-5983	257 82
8	4,00	-272 -62	2054 2236	-15	-4925	82 -3
9	4,50	-62 11	2236 2418	-5	-3776	-3 -16
10	5,00	11 32	2418 2600	1	-2537	-16 -12
11	5,50	32 -6	2342 2506	0	-1340	-12 1
12	6,00	-6 0	2506 2670	0	-61	1 0
13	6,50	0 0	2670 2834	0	0	0 0
14	7,00	0 0	2834 2997	0	0	0 0
15	7,50	0 0	2997 3161	0	0	0 0
16	8,00	0 0	3161 3325	0	0	0 0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
17	8,50	0 0	3325 3489	0	0	0 0
18	9,00	0 0	3489 3652	0	0	0 0
19	9,50	0 0	3652 3816	0	0	0 0
20	10,00	0 0	3816 3980	0	0	0 0
21	10,50	0 0	3980 4144	0	0	0 0
22	11,00	0 0	4144 4308	0	0	0 0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	0	-11	0
2	1,00	0	-281	610
3	1,50	-642	-1224	2865
4	2,15	238	-4798	-580
5	2,80	88	-5118	231
6	3,00	46	-4865	180
7	3,50	-6	-4188	58
8	4,00	-10	-3447	-2
9	4,50	-4	-2643	-11
10	5,00	1	-1776	-9
11	5,50	0	-938	1
12	6,00	0	-42	0

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
13	6,50	0	0	0
14	7,00	0	0	0
15	7,50	0	0	0
16	8,00	0	0	0
17	8,50	0	0	0
18	9,00	0	0	0
19	9,50	0	0	0
20	10,00	0	0	0
21	10,50	0	0	0
22	11,00	0	0	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0 0	0 0	0 0	-16	0 0
2	1,00	0 3667	0 -1481	0	-402	0 871
3	1,50	3667 9528	-1481 -3849	-917	-1749	871 4093
4	2,15	9528 3480	-3849 -1406	340	-6855	-5189 -828
5	2,80	3480 -155	-1406 62	126	-7311	-828 329
6	3,00	-155 -425	1800 1873	66	-6950	329 257
7	3,50	-425 -272	1873 2054	-8	-5983	257 82
		-272	2054			82

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
8	4,00	-62	2236	-15	-4925	-3
9	4,50	-62 11	2236 2418	-5	-3776	-3 -16
10	5,00	11 32	2418 2600	1	-2537	-16 -12
11	5,50	32 -6	2342 2506	0	-1340	-12 1
12	6,00	-6 0	2506 2670	0	-61	1 0
13	6,50	0 0	2670 2834	0	0	0 0
14	7,00	0 0	2834 2997	0	0	0 0
15	7,50	0 0	2997 3161	0	0	0 0
16	8,00	0 0	3161 3325	0	0	0 0
17	8,50	0 0	3325 3489	0	0	0 0
18	9,00	0 0	3489 3652	0	0	0 0
19	9,50	0 0	3652 3816	0	0	0 0
20	10,00	0 0	3816 3980	0	0	0 0
21	10,50	0 0	3980 4144	0	0	0 0
22	11,00	0 0	4144 4308	0	0	0 0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1**

## CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	0	-11	0
2	1,00	0	-281	610
3	1,50	-642	-1224	2865
4	2,15	238	-4798	-580
5	2,80	88	-5118	231
6	3,00	46	-4865	180
7	3,50	-6	-4188	58
8	4,00	-10	-3447	-2
9	4,50	-4	-2643	-11
10	5,00	1	-1776	-9
11	5,50	0	-938	1
12	6,00	0	-42	0
13	6,50	0	0	0
14	7,00	0	0	0
15	7,50	0	0	0
16	8,00	0	0	0
17	8,50	0	0	0
18	9,00	0	0	0
19	9,50	0	0	0
20	10,00	0	0	0
21	10,50	0	0	0
22	11,00	0	0	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI

N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
------	------------	------------	------------	--------------	-----------	------------

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0 0	0 0	0 0	-16	0 0
2	1,00	0 3667	0 -1481	0	-402	0 871
3	1,50	3667 9528	-1481 -3849	-917	-1749	871 4093
4	2,15	9528 3480	-3849 -1406	340	-6855	-5189 -828
5	2,80	3480 -155	-1406 62	126	-7311	-828 329
6	3,00	-155 -425	1800 1873	66	-6950	329 257
7	3,50	-425 -272	1873 2054	-8	-5983	257 82
8	4,00	-272 -62	2054 2236	-15	-4925	82 -3
9	4,50	-62 11	2236 2418	-5	-3776	-3 -16
10	5,00	11 32	2418 2600	1	-2537	-16 -12
11	5,50	32 -6	2342 2506	0	-1340	-12 1
12	6,00	-6 0	2506 2670	0	-61	1 0
13	6,50	0 0	2670 2834	0	0	0 0
14	7,00	0 0	2834 2997	0	0	0 0
15	7,50	0 0	2997 3161	0	0	0 0
16	8,00	0 0	3161 3325	0	0	0 0

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
17	8,50	0 0	3325 3489	0	0	0 0
18	9,00	0 0	3489 3652	0	0	0 0
19	9,50	0 0	3652 3816	0	0	0 0
20	10,00	0 0	3816 3980	0	0	0 0
21	10,50	0 0	3980 4144	0	0	0 0
22	11,00	0 0	4144 4308	0	0	0 0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	0	-11	0
2	1,00	0	-281	610
3	1,50	-642	-1224	2865
4	2,15	238	-4798	-580
5	2,80	88	-5118	231
6	3,00	46	-4865	180
7	3,50	-6	-4188	58
8	4,00	-10	-3447	-2
9	4,50	-4	-2643	-11
10	5,00	1	-1776	-9
11	5,50	0	-938	1
12	6,00	0	-42	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
13	6,50	0	0	0
14	7,00	0	0	0
15	7,50	0	0	0
16	8,00	0	0	0
17	8,50	0	0	0
18	9,00	0	0	0
19	9,50	0	0	0
20	10,00	0	0	0
21	10,50	0	0	0
22	11,00	0	0	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0 0	0 0	0 0	-16	0 0
2	1,00	0 3667	0 -1481	0	-402	0 871
3	1,50	3667 9528	-1481 -3849	-917	-1749	871 4093
4	2,15	9528 3480	-3849 -1406	340	-6855	-5189 -828
5	2,80	3480 -155	-1406 62	126	-7311	-828 329
6	3,00	-155 -425	1800 1873	66	-6950	329 257
7	3,50	-425 -272	1873 2054	-8	-5983	257 82

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
8	4,00	-272	2054	-15	-4925	82
		-62	2236			-3
9	4,50	-62	2236	-5	-3776	-3
		11	2418			-16
10	5,00	11	2418	1	-2537	-16
		32	2600			-12
11	5,50	32	2342	0	-1340	-12
		-6	2506			1
12	6,00	-6	2506	0	-61	1
		0	2670			0
13	6,50	0	2670	0	0	0
		0	2834			0
14	7,00	0	2834	0	0	0
		0	2997			0
15	7,50	0	2997	0	0	0
		0	3161			0
16	8,00	0	3161	0	0	0
		0	3325			0
17	8,50	0	3325	0	0	0
		0	3489			0
18	9,00	0	3489	0	0	0
		0	3652			0
19	9,50	0	3652	0	0	0
		0	3816			0
20	10,00	0	3816	0	0	0
		0	3980			0
21	10,50	0	3980	0	0	0
		0	4144			0
22	11,00	0	4144	0	0	0
		0	4308			0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1**

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	0	-11	0
2	1,00	0	-281	610
3	1,50	-642	-1224	2865
4	2,15	238	-4798	-580
5	2,80	88	-5118	231
6	3,00	46	-4865	180
7	3,50	-6	-4188	58
8	4,00	-10	-3447	-2
9	4,50	-4	-2643	-11
10	5,00	1	-1776	-9
11	5,50	0	-938	1
12	6,00	0	-42	0
13	6,50	0	0	0
14	7,00	0	0	0
15	7,50	0	0	0
16	8,00	0	0	0
17	8,50	0	0	0
18	9,00	0	0	0
19	9,50	0	0	0
20	10,00	0	0	0
21	10,50	0	0	0
22	11,00	0	0	0

**VERIFICHE DI SICUREZZA****RISULTATI DI CALCOLO**

Momento flettente massimo [kg-m/m]

-917

**VERIFICHE DI SICUREZZA**

RISULTATI DI CALCOLO	
Quota di momento flettente massimo [m]	1,50
Spostamento a fondo scavo [mm]	0,06
Scarto finale della analisi non lineare (E-04)	0
Convergenza analisi non lineare	SODDISFATTA
Infissione analisi non lineare	SUFFICIENTE
Coefficiente di sicurezza dell' infissione	11,7143
Moltiplicatore di collasso dei carichi	10,0000

**VERIFICHE DI RESISTENZA TIRANTI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

VERIFICA TIRANTI						
N.ro	L. min. m	Coeff.sic	Trazione Kg	Sigma Kg/cmq	Allungam. mm	Resist.Rad kg
1	6,34	4,1279	29630	5340,71	51,4986	122311

**VERIFICHE DI RESISTENZA CORDOLI TIRANTI**

VERIFICHE CORDOLI TIRANTI IN C.L.S.						
N.ro	Mf (kgm)	Aa (cmq)	Mu Kgm	T (kg)	Tu (Kg)	passo st. (cm)
1	8662	12,1	8662	13922	16278	10

**VERIFICHE DI RESISTENZA SEZIONI PARATIA A FLESSIONE**

VERIFICHE SEZIONI PARATIA								
Nr.	Quota (m)	Mf (kgm)	N (Kg)	T (kg)	$\sigma M$ Kg/cmq	$\sigma N$ Kg/cmq	$\tau$ Kg/cmq	$\sigma$ ideale Kg/cmq
1	0,50	0	-11	0	0	0	0	1
2	1,00	0	-281	610	0	11	46	80
3	1,50	-642	-1224	2865	972	46	214	1084
4	2,15	238	-4799	-3632	360	180	272	716
5	2,80	88	-5118	-580	133	192	43	334
6	3,00	46	-4865	231	70	183	17	254
7	3,50	-6	-4188	180	9	157	13	168
8	4,00	-10	-3448	58	15	129	4	145
9	4,50	-4	-2644	-11	5	99	1	105
10	5,00	1	-1776	-11	2	67	1	68
11	5,50	0	-938	-9	0	35	1	35
12	6,00	0	-43	1	0	2	0	2
13	6,50	0	0	0	0	0	0	0
14	7,00	0	0	0	0	0	0	0
15	7,50	0	0	0	0	0	0	0
16	8,00	0	0	0	0	0	0	0
17	8,50	0	0	0	0	0	0	0
18	9,00	0	0	0	0	0	0	0
19	9,50	0	0	0	0	0	0	0
20	10,00	0	0	0	0	0	0	0
21	10,50	0	0	0	0	0	0	0
22	11,00	0	0	0	0	0	0	0

**VERIFICHE DI RESISTENZA TIRANTI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

VERIFICA TIRANTI						
N.ro	L. min. m	Coeff.sic	Trazione Kg	Sigma Kg/cmq	Allungam. mm	Resist.Rad kg
1	6,34	4,1279	29630	5340,71	51,4986	122311

**VERIFICHE DI RESISTENZA TIRANTI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1**

VERIFICA TIRANTI						
N.ro	L. min. m	Coeff.sic	Trazione Kg	Sigma Kg/cmq	Allungam. mm	Resist.Rad kg
1	6,34	4,1279	29630	5340,71	51,4986	122311

**VERIFICHE DI RESISTENZA TIRANTI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1**

VERIFICA TIRANTI						
N.ro	L. min. m	Coeff.sic	Trazione Kg	Sigma Kg/cmq	Allungam. mm	Resist.Rad kg
1	6,34	4,1279	29630	5340,71	51,4986	122311

**VERIFICHE DI RESISTENZA TIRANTI - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1**

VERIFICA TIRANTI						
N.ro	L. min. m	Coeff.sic	Trazione Kg	Sigma Kg/cmq	Allungam. mm	Resist.Rad kg
1	6,34	4,1279	29630	5340,71	51,4986	122311

**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	0,001	1,62	1,3	0,7	0,3	0,1
SLU M1	2	0,001	1,62	1,3	0,7	0,3	0,1
SLU M2	1	0,001	1,62	1,3	0,7	0,3	0,1
SLU M2	2	0,001	1,62	1,3	0,7	0,3	0,1
RARA	1	0,001	1,62	1,3	0,7	0,3	0,1
FREQ.	1	0,001	1,62	1,3	0,7	0,3	0,1
PERM.	1	0,001	1,62	1,3	0,7	0,3	0,1

**SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

Quota m	SpostOriz (mm)								
0,50	0,53	1,00	-0,55	1,50	-1,29	2,15	-0,44	2,80	0,06
3,00	0,08	3,50	0,05	4,00	0,01	4,50	0,00	5,00	0,00
5,50	0,00	6,00	0,00	6,50	0,00	7,00	0,00	7,50	0,00
8,00	0,00	8,50	0,00	9,00	0,00	9,50	0,00	10,00	0,00
10,50	0,00	11,00	0,00						

**SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

Quota m	SpostOriz (mm)								
0,50	0,53	1,00	-0,55	1,50	-1,29	2,15	-0,44	2,80	0,06
3,00	0,08	3,50	0,05	4,00	0,01	4,50	0,00	5,00	0,00
5,50	0,00	6,00	0,00	6,50	0,00	7,00	0,00	7,50	0,00
8,00	0,00	8,50	0,00	9,00	0,00	9,50	0,00	10,00	0,00
10,50	0,00	11,00	0,00						

**SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

Quota m	SpostOriz (mm)								
0,50	0,53	1,00	-0,55	1,50	-1,29	2,15	-0,44	2,80	0,06
3,00	0,08	3,50	0,05	4,00	0,01	4,50	0,00	5,00	0,00
5,50	0,00	6,00	0,00	6,50	0,00	7,00	0,00	7,50	0,00
8,00	0,00	8,50	0,00	9,00	0,00	9,50	0,00	10,00	0,00
10,50	0,00	11,00	0,00						

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)									
0,50	0,53		1,00	-0,55		1,50	-1,29		2,15	-0,44		2,80	0,06
3,00	0,08		3,50	0,05		4,00	0,01		4,50	0,00		5,00	0,00
5,50	0,00		6,00	0,00		6,50	0,00		7,00	0,00		7,50	0,00
8,00	0,00		8,50	0,00		9,00	0,00		9,50	0,00		10,00	0,00
10,50	0,00		11,00	0,00									

**SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)									
0,50	0,53		1,00	-0,55		1,50	-1,29		2,15	-0,44		2,80	0,06
3,00	0,08		3,50	0,05		4,00	0,01		4,50	0,00		5,00	0,00
5,50	0,00		6,00	0,00		6,50	0,00		7,00	0,00		7,50	0,00
8,00	0,00		8,50	0,00		9,00	0,00		9,50	0,00		10,00	0,00
10,50	0,00		11,00	0,00									

**SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1**

Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)									
0,50	0,53		1,00	-0,55		1,50	-1,29		2,15	-0,44		2,80	0,06
3,00	0,08		3,50	0,05		4,00	0,01		4,50	0,00		5,00	0,00
5,50	0,00		6,00	0,00		6,50	0,00		7,00	0,00		7,50	0,00
8,00	0,00		8,50	0,00		9,00	0,00		9,50	0,00		10,00	0,00
10,50	0,00		11,00	0,00									

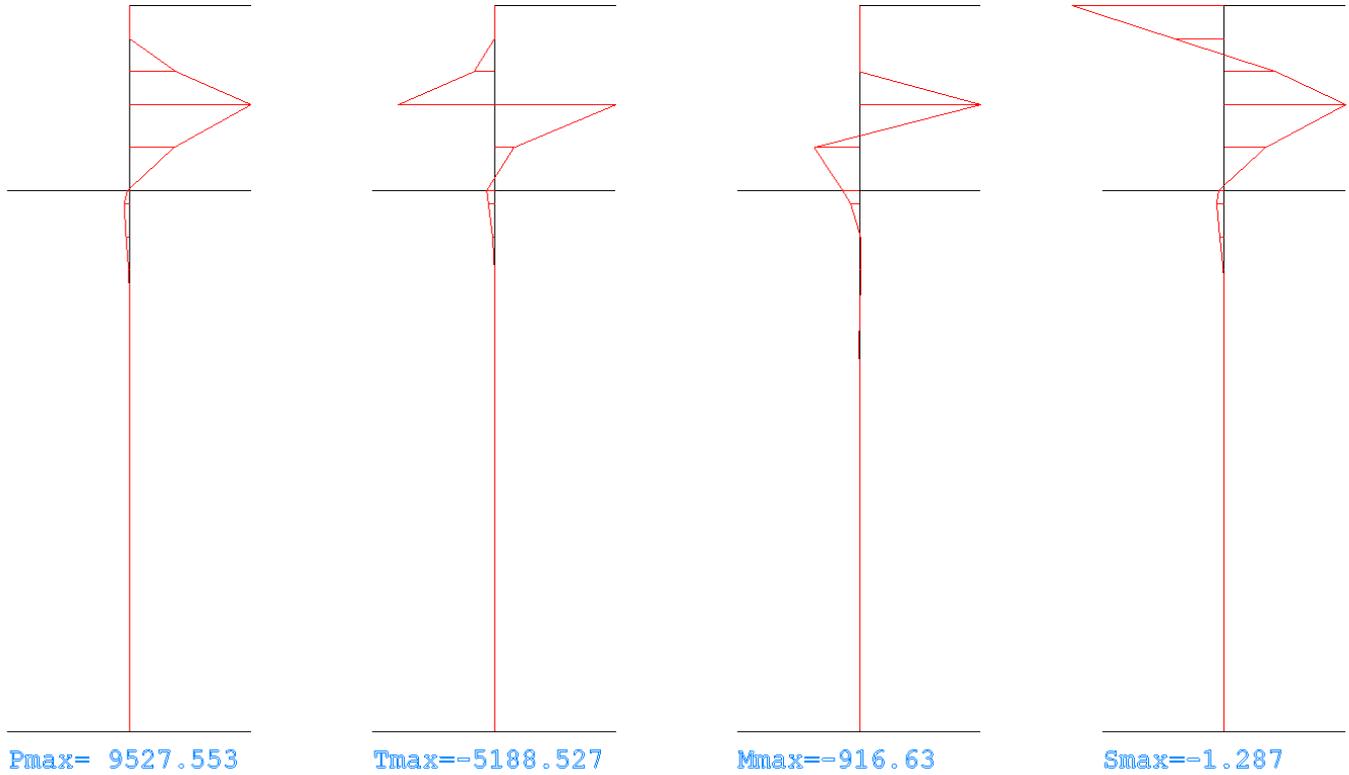
**SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1**

Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)									
0,50	0,53		1,00	-0,55		1,50	-1,29		2,15	-0,44		2,80	0,06
3,00	0,08		3,50	0,05		4,00	0,01		4,50	0,00		5,00	0,00
5,50	0,00		6,00	0,00		6,50	0,00		7,00	0,00		7,50	0,00
8,00	0,00		8,50	0,00		9,00	0,00		9,50	0,00		10,00	0,00
10,50	0,00		11,00	0,00									

**SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1**

Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)									
0,50	0,53		1,00	-0,55		1,50	-1,29		2,15	-0,44		2,80	0,06
3,00	0,08		3,50	0,05		4,00	0,01		4,50	0,00		5,00	0,00
5,50	0,00		6,00	0,00		6,50	0,00		7,00	0,00		7,50	0,00
8,00	0,00		8,50	0,00		9,00	0,00		9,50	0,00		10,00	0,00
10,50	0,00		11,00	0,00									

## DIAGRAMMI PRESSIONI E SOLLECITAZIONI PARATIA



VALORI MASSIMI DI PRESSIONE E SOLLECITAZIONI DELLA BERLINESE SEZIONE 1-2

## Berlinese sezione 3-4

### 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, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".*

### • 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:**

- a) con superficie del terreno rettilinea
- b) 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**

### • 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:

- 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:

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

**a) Con superficie del terreno rettilinea**

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

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

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.

**b) 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:

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

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  $ro$  tale angolo, si ottiene, per  $\beta = 90^\circ$ :

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

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

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

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

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

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

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

### c) *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 N.T.C. 2008: in assenza di studi specifici, i coefficienti sismici orizzontale ( $k_h$ ) e verticale ( $k_v$ ) che interessano tutte le masse sono calcolati come (7.11.6.3.1):

$$\begin{aligned}g \cdot K_h &= \alpha \cdot \beta \cdot a_{\max} \\ a_{\max} &= a_g \cdot S_S \cdot S_T \\ K_v &= 0,5 \cdot K_h\end{aligned}$$

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:

$\tau' = \tau - \tau_w$  peso immerso del terreno  
 $\tau_w$ : peso specifico dell'acqua

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

b) **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 N.T.C. 2008:

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

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

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

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

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.

• **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 ( $ro$ ), 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:

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

• **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:

a) per  $m \leq 0,4$

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

b) per  $m > 0,4$

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

• **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

• **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:

$H_{wm}$  = quota della falda di monte  
 $H_{wv}$  = quota della falda di valle

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

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

• **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:

- $\sigma_{hp}$  = pressione passiva orizzontale
- $R_p$  = coefficiente di riduzione della spinta passiva
- $\sigma_v$  = pressione verticale
- $K_p$  = coefficiente di spinta passiva dello strato di calcolo
- $\delta$  = coefficiente di attrito terra-parete
- $C$  = coesione
- $R_{ac}$  = rapporto aderenza/coesione

a) per  $\phi > 0$ :

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

b) per  $\phi = 0$ :

$$K_p = 1$$

• **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 paratia 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 vogliano 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 rigidità 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 e' infissa la paratia.

### 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 libert  (spostamento trasversale e rotazione), quindi si hanno in totale  $2 \times n$  gradi di libert  globali.

La matrice di rigidezza assemblata di dimensioni  $(2n \times 2n)$  risulta non invertibile in quando la struttura ammette moti rigidi. I moti rigidi e quindi la labilit  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 rigidezza vengono sommati agli elementi diagonali della matrice globale. I tiranti hanno un legame costitutivo unilatero.

#### 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:

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

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

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

#### 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:

v<sub>l</sub> = 1,5 cm spostamento limite elastico

P<sub>p</sub> = pressione passiva

P<sub>u</sub> = min(v<sub>l</sub> × K, P<sub>p</sub>) pressione massima sopportata dal terreno

K × v ≤ P<sub>u</sub>      (fase elastica)

P(v) = P<sub>u</sub>    se K × v > P<sub>u</sub>    (fase plastica)

Il sistema non lineare risolvibile risulta quindi:

$$\begin{aligned} & K(v) \text{ matrice secante} \\ & F = \text{forze nodali} \\ & F = K(v) v \\ & v_i = \text{inv}(K(v_{i-1})) F \quad \text{per } i = 0, \dots, n \end{aligned}$$

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.

#### • **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.

#### 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

#### **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
- $K_0 = 1 - \sin(f)$  (spinta a riposo)
- $c$  = coesione

allora:

$$T_u = A \cdot \left[ p_v \cdot K_0 \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot f\right) + 0,8 \cdot c \right]$$

#### • **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.

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

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 vengono 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:

- 1) verifica del profilo del longherone calcolato a trave continua e caricato con forze concentrate.
- 2) Verifica del comportamento a mensola della piattabanda del profilo a contatto con i pali della berlinese.
- 3) Verifica che la risultante inclinata del tirante sia interna alla area di contatto costituita dalle piattabande dei profili.
- 4) Verifica della piastra forata della testata sollecitata dal tiro del tirante irrigidita con eventuali nervature.
- 5) 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.

**DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI**

DATI GENERALI			
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	SECONDA
Longitudine Est (Grd)	7,75017	Latitudine Nord (Grd)	44,08398
Categoria Suolo	B	Coeff. Condiz. Topogr.	1,20000
PARAMETRI SISMICI S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo Ritorno Anni	50,00
Accelerazione Ag/g	0,05	Fattore Stratigr. 'S'	1,20
PARAMETRI SISMICI S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo Ritorno Anni	475,00
Accelerazione Ag/g	0,15	Fattore Stratigr. 'S'	1,20
COEFFICIENTI DI SPINTA SISMICA			
Coeff deformab. Alfa	1,00	Coeff. Spostam. Beta	0,52
Coeff. Orizzontale	0,11	Coeff. Verticale	0,05
DATI PARATIA			
Tipo diaframma	TIRANTATA		
Moto di filtrazione	ASSENTE		
Tipo di paratia	BERLINESE		
Tipo verifica sezioni	D.M. 2008		
Numero Condizioni di Carico	1		
Tipo Tiranti	PERMANENTI		
Numero Fasi di calcolo	7		
Sbancamento Aggiuntivo Quota Tirante [m]	0,60		
Modellazione Molle con diagramma P-Y	ELASTO-PLASTICO		
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA			
	TABELLA M1	TABELLA M2	

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI**

DATI GENERALI			
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

**DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI**

CEMENTO ARMATO CORDOLI				
Classe Calcestruzzo	C25/30		Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	314758	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2		Tipo Armatura	SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	250,0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDIN. XC2/XC3
Resist. Calcolo 'fcd'	141,0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	141,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3913,0 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	150,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,2	mm	Sigma CLS Comb.Perm	112,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,3	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc		

**DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI**

CEMENTO ARMATO CORDOLI			
Copriferro			3,0 cm
Passo minimo armatura staffe			10 cm
Passo massimo armatura staffe			30 cm
Step passo armatura staffe			5 cm
Diametro ferro staffe			8 mm
Diametro ferro armatura longitudinale			16 mm
Numero minimo ferri			3 --

**DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI**

PROFILI IN ACCIAIO									
Sigla Profilo	Peso kg/ml	Mod.Elast. kg/cmq	Spess mm	Ix cm4	Wx cm3	Area cmq	Ay cmq	Tipo Acciaio	fy kg/cmq
88,9S8-355	15,96	2100000		168	38	20,3	10,2	S355	3550

**GEOMETRIA PARATIA**

GEOMETRIA DIAFRAMMA	
Sigla profilo	88,9S8-355
Diametro Foro [m]	0,20
Interasse tra i profili [m]	1,40
Quota estradosso terrapieno [m]	0,00
Spessore terrapieno [m]	1,50
Profondita' di infissione [m]	6,50
Quota falda di monte [m]	2,80
Quota falda di valle [m]	3,00
Inclinazione terrapieno di monte [°]	21,00
Inclinazione terrapieno di valle [°]	5,00
Distanza terrapieno orizzontale [m]	20,00

**GEOMETRIA PARATIA**

**GEOMETRIA DIAFRAMMA**

Passo di discretizzazione [m]	0,50
Rigidezza alla trasl. orizz. [t/m]	0,00
Rigidezza alla rotazione [t]	0,00
Numero file pali	2
Tipo sfalsamento pali	Pali Sfalsati
Interasse file [m]	0,30
Aggetto minimo [m]	0,30

**GEOMETRIA PARATIA**

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

Aggetto lato valle [m]	0,20
Aggetto lato monte [m]	0,20
Altezza [m]	0,60

**GEOMETRIA PARATIA**

**GEOMETRIA TIRANTI**

N.ro	Quota (m)	Inclinaz. (Grd)	Area (cmq)	Mod. Elast. (kg/cmq)	Lunghezza (m)	Sup.bulbo (mq)	Pretens. (t)	f <sub>yk</sub> (kg/cmq)	f <sub>tk</sub> (kg/cmq)	eu (%)	Rak (kg)	Fattore CSI
1	1,50	-20,00	5,55	2100000	10,00	3,51	60,00	8000	9500	1,00	Da NORMA	1,80

**GEOMETRIA PARATIA**

**GEOMETRIA CORDOLI TIRANTI**

Tir. N.ro	Franco (m)	Interasse (m)	Fila	Diametro Foro (m)	Base (m)	Altezza (m)	Piastra (m)	LargTest (m)	Longheroni (Sigla)	Piatti (Sigla)	Angolari (Sigla)
1	0,50	3,00	Allineata	0,16	0,3	0,60	0,30	0,50	HEB180	PL 200*20	ANG60*8

**STRATIGRAFIA**

**STRATIGRAFIA**

Strato N.ro	Spess. m	Coes. kg/cmq	Rapp. ader/co	Ang.attr Grd	Peso spec kg/mc	Peso effic kg/mc	Attr. terra-muro	Kw Orizz kg/cmcc	Descrizione
1	5,00	0,400	0,400	30,00	1800	900	22,00	BOWELS	
2	10,00	10,000	0,500	31,00	2500	900	20,00	BOWELS	

**COMBINAZIONI CARICHI**

Cond. Num.	Descrizione Condizione
1	PERMANENTE

**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
2	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
2	1,00										1,00

**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										

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**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										

**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										

**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										

**COEFFICIENTI DI SPINTA**

N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'			TABELLA 'A2'		
		Ka	Kas	Kp	Ka	Kas	Kp
1	0,50	0,42637	0,22174	5,06732	0,58190	0,44437	3,80876
2	1,00	0,42637	0,22174	5,06732	0,58190	0,44437	3,80876
3	1,50	0,42637	0,22174	5,06732	0,58190	0,44437	3,80876
4	2,15			5,06732			3,80876
5	2,80			5,06732			3,80876
6	3,00			5,06732			3,80876
7	3,50			5,06732			3,80876
8	4,00			5,06732			3,80876
9	4,50			5,06732			3,80876
10	5,00			5,06732			3,80876
11	5,50			4,96754			3,74265
12	6,00			4,96754			3,74265
13	6,50			4,96754			3,74265
14	7,00			4,96754			3,74265
15	7,50			4,96754			3,74265
16	8,00			4,96754			3,74265

**PRESSIONI ORIZZONTALI - CONDIZIONE N.ro: 1**

N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'		TABELLA 'A2'	
		Pq Kg/m	PI Kg/m	Pq Kg/m	PI Kg/m
1	0,50	0	0	0	0
2	1,00	0	0	0	0
3	1,50	0	0	0	0

**PRESSIONI ORIZZONTALI**

N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'		TABELLA 'A2'			Pn Kg/m	Pwm Kg/m	Pwv Kg/m	Pwms Kg/m	Pwvs Kg/m
		Pa Kg/m	Pc Kg/m	Pa Kg/m	Pc Kg/m	Ps Kg/m					
1	0,50	0 384	-6181	0 524	-5777	596 596	2	0	0	0	0
2	1,00	384 767	-6181	524 1047	-5777	596 596	2	0	0	0	0
3	1,50	767 1151	-6181	1047 1571	-5777	596 596	2	0	0	0	0

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0 0	0 0	0 0	-13	0 0
2	1,00	0 2518	0 -1017	0	-278	0 598
3	1,50	2518 11425	-1017 -4616	-629	-1698	598 3968
4	2,15	11425 2772	1091 1564	286	-4228	-5313 -529
5	2,80	2772 -546	1564 1800	30	-3150	-529 220
6	3,00	-546 -416	1800 1873	-2	-2787	220 123
7	3,50	-416 -71	1873 2054	-11	-1817	123 0
8	4,00	-71 26	2054 2236	-2	-755	0 -12
9	4,50	26 11	2236 2418	1	0	-12 -2
10	5,00	11 0	2418 2600	0	0	-2 1
11	5,50	0 -1	2342 2506	0	0	1 0
12	6,00	-1 0	2506 2670	0	0	0 0
13	6,50	0 0	2670 2834	0	0	0 0
14	7,00	0 0	2834 2997	0	0	0 0
15	7,50	0 0	2997 3161	0	0	0 0
16	8,00	0 0	3161 3325	0	0	0 0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI

N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO

N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	0	-9	0
2	1,00	0	-195	419
3	1,50	-441	-1189	2778
4	2,15	200	-2960	-370
5	2,80	21	-2205	154
6	3,00	-2	-1951	86
7	3,50	-8	-1272	0
8	4,00	-1	-529	-8
9	4,50	0	0	-2
10	5,00	0	0	0
11	5,50	0	0	0
12	6,00	0	0	0
13	6,50	0	0	0
14	7,00	0	0	0
15	7,50	0	0	0
16	8,00	0	0	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI

N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0 0	0 0	0 0	-12	0 0

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
2	1,00	0 2518	0 -1017	0	-278	0 598
3	1,50	2518 11426	-1017 -4616	-630	-1698	598 3968
4	2,15	11426 2772	1091 1564	286	-4228	-5313 -529
5	2,80	2772 -546	1564 1800	30	-3149	-529 220
6	3,00	-546 -416	1800 1873	-2	-2787	220 123
7	3,50	-416 -71	1873 2054	-11	-1816	123 0
8	4,00	-71 26	2054 2236	-2	-755	0 -12
9	4,50	26 11	2236 2418	1	0	-12 -2
10	5,00	11 0	2418 2600	0	0	-2 1
11	5,50	0 -1	2342 2506	0	0	1 0
12	6,00	-1 0	2506 2670	0	0	0 0
13	6,50	0 0	2670 2834	0	0	0 0
14	7,00	0 0	2834 2997	0	0	0 0
15	7,50	0 0	2997 3161	0	0	0 0
16	8,00	0 0	3161 3325	0	0	0 0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	0	-9	0
2	1,00	0	-194	419
3	1,50	-441	-1188	2778
4	2,15	200	-2959	-370
5	2,80	21	-2205	154
6	3,00	-2	-1951	86
7	3,50	-8	-1271	0
8	4,00	-1	-529	-8
9	4,50	0	0	-2
10	5,00	0	0	0
11	5,50	0	0	0
12	6,00	0	0	0
13	6,50	0	0	0
14	7,00	0	0	0
15	7,50	0	0	0
16	8,00	0	0	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1						
PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0 0	0 0	0 0	-12	0 0
2	1,00	0 2518	0 -1017	0	-278	0 598
3	1,50	2518 11425	-1017 -4616	-629	-1698	598 3968
4	2,15	11425 2772	1091 1564	286	-4228	-5313 -529

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

<b>PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1</b>						
PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
5	2,80	2772 -546	1564 1800	30	-3150	-529 220
6	3,00	-546 -416	1800 1873	-2	-2787	220 123
7	3,50	-416 -71	1873 2054	-11	-1817	123 0
8	4,00	-71 26	2054 2236	-2	-755	0 -12
9	4,50	26 11	2236 2418	1	0	-12 -2
10	5,00	11 0	2418 2600	0	0	-2 1
11	5,50	0 -1	2342 2506	0	0	1 0
12	6,00	-1 0	2506 2670	0	0	0 0
13	6,50	0 0	2670 2834	0	0	0 0
14	7,00	0 0	2834 2997	0	0	0 0
15	7,50	0 0	2997 3161	0	0	0 0
16	8,00	0 0	3161 3325	0	0	0 0

<b>PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1</b>				
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	0	-9	0
2	1,00	0	-195	419
3	1,50	-441	-1189	2778

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
4	2,15	200	-2960	-370
5	2,80	21	-2205	154
6	3,00	-2	-1951	86
7	3,50	-8	-1272	0
8	4,00	-1	-529	-8
9	4,50	0	0	-2
10	5,00	0	0	0
11	5,50	0	0	0
12	6,00	0	0	0
13	6,50	0	0	0
14	7,00	0	0	0
15	7,50	0	0	0
16	8,00	0	0	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0 0	0 0	0 0	-12	0 0
2	1,00	0 2518	0 -1017	0	-278	0 598
3	1,50	2518 11426	-1017 -4616	-630	-1698	598 3968
4	2,15	11426 2772	1091 1564	286	-4228	-5313 -529
5	2,80	2772 -546	1564 1800	30	-3149	-529 220

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
6	3,00	-546	1800	-2	-2787	220
		-416	1873			123
7	3,50	-416	1873	-11	-1816	123
		-71	2054			0
8	4,00	-71	2054	-2	-755	0
		26	2236			-12
9	4,50	26	2236	1	0	-12
		11	2418			-2
10	5,00	11	2418	0	0	-2
		0	2600			1
11	5,50	0	2342	0	0	1
		-1	2506			0
12	6,00	-1	2506	0	0	0
		0	2670			0
13	6,50	0	2670	0	0	0
		0	2834			0
14	7,00	0	2834	0	0	0
		0	2997			0
15	7,50	0	2997	0	0	0
		0	3161			0
16	8,00	0	3161	0	0	0
		0	3325			0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	0	-9	0
2	1,00	0	-194	419
3	1,50	-441	-1188	2778
4	2,15	200	-2959	-370
5	2,80	21	-2205	154

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
6	3,00	-2	-1951	86
7	3,50	-8	-1271	0
8	4,00	-1	-529	-8
9	4,50	0	0	-2
10	5,00	0	0	0
11	5,50	0	0	0
12	6,00	0	0	0
13	6,50	0	0	0
14	7,00	0	0	0
15	7,50	0	0	0
16	8,00	0	0	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0 0	0 0	0 0	-12	0 0
2	1,00	0 2518	0 -1017	0	-278	0 598
3	1,50	2518 11425	-1017 -4616	-629	-1698	598 3968
4	2,15	11425 2772	1091 1564	286	-4228	-5313 -529
5	2,80	2772 -546	1564 1800	30	-3149	-529 220
6	3,00	-546 -416	1800 1873	-2	-2787	220 123
		-416	1873			123

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
7	3,50	-71	2054	-11	-1816	0
8	4,00	-71 26	2054 2236	-2	-755	0 -12
9	4,50	26 11	2236 2418	1	0	-12 -2
10	5,00	11 0	2418 2600	0	0	-2 1
11	5,50	0 -1	2342 2506	0	0	1 0
12	6,00	-1 0	2506 2670	0	0	0 0
13	6,50	0 0	2670 2834	0	0	0 0
14	7,00	0 0	2834 2997	0	0	0 0
15	7,50	0 0	2997 3161	0	0	0 0
16	8,00	0 0	3161 3325	0	0	0 0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	0	-9	0
2	1,00	0	-195	419
3	1,50	-441	-1188	2778
4	2,15	200	-2959	-370
5	2,80	21	-2205	154
6	3,00	-2	-1951	86
7	3,50	-8	-1271	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
8	4,00	-1	-529	-8
9	4,50	0	0	-2
10	5,00	0	0	0
11	5,50	0	0	0
12	6,00	0	0	0
13	6,50	0	0	0
14	7,00	0	0	0
15	7,50	0	0	0
16	8,00	0	0	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0 0	0 0	0 0	-12	0 0
2	1,00	0 2518	0 -1017	0	-278	0 598
3	1,50	2518 11425	-1017 -4616	-629	-1698	598 3968
4	2,15	11425 2772	1091 1564	286	-4228	-5313 -529
5	2,80	2772 -546	1564 1800	30	-3149	-529 220
6	3,00	-546 -416	1800 1873	-2	-2787	220 123
7	3,50	-416 -71	1873 2054	-11	-1816	123 0
8	4,00	-71 26	2054 2236	-2	-755	0 -12

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
9	4,50	26	2236	1	0	-12
		11	2418			-2
10	5,00	11	2418	0	0	-2
		0	2600			1
11	5,50	0	2342	0	0	1
		-1	2506			0
12	6,00	-1	2506	0	0	0
		0	2670			0
13	6,50	0	2670	0	0	0
		0	2834			0
14	7,00	0	2834	0	0	0
		0	2997			0
15	7,50	0	2997	0	0	0
		0	3161			0
16	8,00	0	3161	0	0	0
		0	3325			0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	0	-9	0
2	1,00	0	-195	419
3	1,50	-441	-1188	2778
4	2,15	200	-2959	-370
5	2,80	21	-2205	154
6	3,00	-2	-1951	86
7	3,50	-8	-1271	0
8	4,00	-1	-529	-8
9	4,50	0	0	-2

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
10	5,00	0	0	0
11	5,50	0	0	0
12	6,00	0	0	0
13	6,50	0	0	0
14	7,00	0	0	0
15	7,50	0	0	0
16	8,00	0	0	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg-m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0 0	0 0	0 0	-12	0 0
2	1,00	0 2518	0 -1017	0	-278	0 598
3	1,50	2518 11425	-1017 -4616	-629	-1698	598 3968
4	2,15	11425 2772	1091 1564	286	-4228	-5313 -529
5	2,80	2772 -546	1564 1800	30	-3149	-529 220
6	3,00	-546 -416	1800 1873	-2	-2787	220 123
7	3,50	-416 -71	1873 2054	-11	-1816	123 0
8	4,00	-71 26	2054 2236	-2	-755	0 -12
9	4,50	26 11	2236 2418	1	0	-12 -2

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
10	5,00	11 0	2418 2600	0	0	-2 1
11	5,50	0 -1	2342 2506	0	0	1 0
12	6,00	-1 0	2506 2670	0	0	0 0
13	6,50	0 0	2670 2834	0	0	0 0
14	7,00	0 0	2834 2997	0	0	0 0
15	7,50	0 0	2997 3161	0	0	0 0
16	8,00	0 0	3161 3325	0	0	0 0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	0	-9	0
2	1,00	0	-195	419
3	1,50	-441	-1188	2778
4	2,15	200	-2959	-370
5	2,80	21	-2205	154
6	3,00	-2	-1951	86
7	3,50	-8	-1271	0
8	4,00	-1	-529	-8
9	4,50	0	0	-2
10	5,00	0	0	0
11	5,50	0	0	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg-m	N Kg	Tg Kg
12	6,00	0	0	0
13	6,50	0	0	0
14	7,00	0	0	0
15	7,50	0	0	0
16	8,00	0	0	0

**VERIFICHE DI SICUREZZA**

RISULTATI DI CALCOLO

Momento flettente massimo [kg-m/m]	-630
Quota di momento flettente massimo [m]	1,50
Spostamento a fondo scavo [mm]	0,00
Scarto finale della analisi non lineare (E-04)	0
Convergenza analisi non lineare	SODDISFATTA
Infissione analisi non lineare	SUFFICIENTE
Coefficiente di sicurezza dell' infissione	10,0000
Moltiplicatore di collasso dei carichi	10,0000

**VERIFICHE DI RESISTENZA TIRANTI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

VERIFICA TIRANTI

N.ro	L. min. m	Coeff.sic	Trazione Kg	Sigma Kg/cm <sup>2</sup>	Allungam. mm	Resist.Rad kg
1	4,34	9,9582	29630	5340,71	51,4986	295063

**VERIFICHE DI RESISTENZA TIRANTI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

VERIFICA TIRANTI

N.ro	L. min. m	Coeff.sic	Trazione Kg	Sigma Kg/cm <sup>2</sup>	Allungam. mm	Resist.Rad kg
1	4,34	9,9582	29630	5340,71	51,4986	295063

**VERIFICHE DI RESISTENZA TIRANTI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1**

VERIFICA TIRANTI

N.ro	L. min. m	Coeff.sic	Trazione Kg	Sigma Kg/cm <sup>2</sup>	Allungam. mm	Resist.Rad kg
1	4,34	9,9582	29630	5340,71	51,4986	295063

**VERIFICHE DI RESISTENZA TIRANTI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1**

VERIFICA TIRANTI

N.ro	L. min. m	Coeff.sic	Trazione Kg	Sigma Kg/cm <sup>2</sup>	Allungam. mm	Resist.Rad kg
1	4,34	9,9582	29630	5340,71	51,4986	295063

**VERIFICHE DI RESISTENZA TIRANTI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1**

VERIFICA TIRANTI						
N.ro	L. min. m	Coeff.sic	Trazione Kg	Sigma Kg/cmq	Allungam. mm	Resist.Rad kg
1	4,34	9,9582	29630	5340,71	51,4986	295063

**VERIFICHE DI RESISTENZA TIRANTI - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1**

VERIFICA TIRANTI						
N.ro	L. min. m	Coeff.sic	Trazione Kg	Sigma Kg/cmq	Allungam. mm	Resist.Rad kg
1	4,34	9,9582	29630	5340,71	51,4986	295063

**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	0,001	0,87	6,1	3,4	1,5	0,4
SLU M1	2	0,001	0,87	6,1	3,4	1,5	0,4
SLU M2	1	0,001	0,87	6,1	3,4	1,5	0,4
SLU M2	2	0,001	0,87	6,1	3,4	1,5	0,4
RARA	1	0,001	0,87	6,1	3,4	1,5	0,4
FREQ.	1	0,001	0,87	6,1	3,4	1,5	0,4
PERM.	1	0,001	0,87	6,1	3,4	1,5	0,4

**SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

Quota m	SpostOriz (mm)								
0,50	1,31	1,00	-0,38	1,50	-1,54	2,15	-0,35	2,80	0,09
3,00	0,06	3,50	0,01	4,00	0,00	4,50	0,00	5,00	0,00
5,50	0,00	6,00	0,00	6,50	0,00	7,00	0,00	7,50	0,00
8,00	0,00								

**SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

Quota m	SpostOriz (mm)								
0,50	1,31	1,00	-0,38	1,50	-1,54	2,15	-0,35	2,80	0,09
3,00	0,06	3,50	0,01	4,00	0,00	4,50	0,00	5,00	0,00
5,50	0,00	6,00	0,00	6,50	0,00	7,00	0,00	7,50	0,00
8,00	0,00								

**SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

Quota m	SpostOriz (mm)								
0,50	1,31	1,00	-0,38	1,50	-1,54	2,15	-0,35	2,80	0,09
3,00	0,06	3,50	0,01	4,00	0,00	4,50	0,00	5,00	0,00
5,50	0,00	6,00	0,00	6,50	0,00	7,00	0,00	7,50	0,00
8,00	0,00								

**SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

Quota m	SpostOriz (mm)								
0,50	1,31	1,00	-0,38	1,50	-1,54	2,15	-0,35	2,80	0,09
3,00	0,06	3,50	0,01	4,00	0,00	4,50	0,00	5,00	0,00
5,50	0,00	6,00	0,00	6,50	0,00	7,00	0,00	7,50	0,00
8,00	0,00								

**SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1**

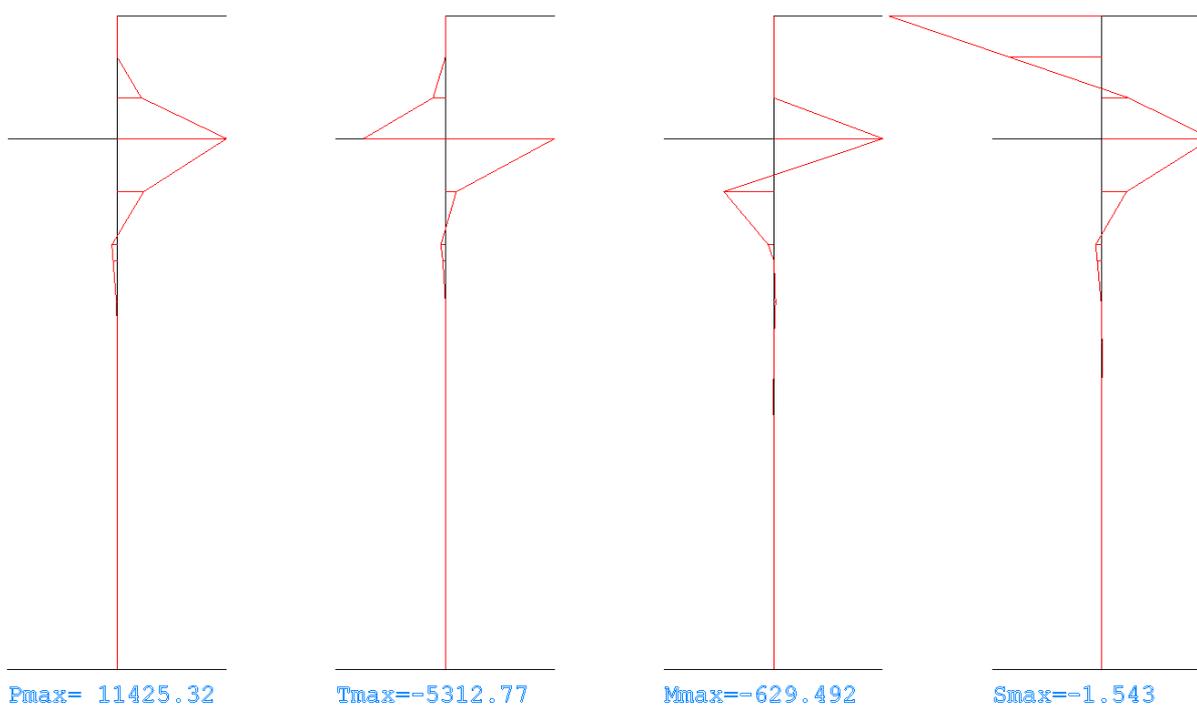
Quota m	SpostOriz (mm)								
0,50	1,31	1,00	-0,38	1,50	-1,54	2,15	-0,35	2,80	0,09

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1													
Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)		Quota m	SpostOriz (mm)
3,00	0,06		3,50	0,01		4,00	0,00		4,50	0,00		5,00	0,00
5,50	0,00		6,00	0,00		6,50	0,00		7,00	0,00		7,50	0,00
8,00	0,00												

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE FREQUENTE 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	1,31		1,00	-0,38		1,50	-1,54		2,15	-0,35		2,80	0,09
3,00	0,06		3,50	0,01		4,00	0,00		4,50	0,00		5,00	0,00
5,50	0,00		6,00	0,00		6,50	0,00		7,00	0,00		7,50	0,00
8,00	0,00												

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	1,31		1,00	-0,38		1,50	-1,54		2,15	-0,35		2,80	0,09
3,00	0,06		3,50	0,01		4,00	0,00		4,50	0,00		5,00	0,00
5,50	0,00		6,00	0,00		6,50	0,00		7,00	0,00		7,50	0,00
8,00	0,00												

DIAGRAMMI PRESSIONI E SOLLECITAZIONI PARATIA



VALORI MASSIMI DI PRESSIONE E SOLLECITAZIONI DELLA BERLINESE SEZIONE 1-2

### Muro su micropali sezioni 5-6

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il calcolo delle spinte, le verifiche di stabilità e di resistenza di muri di sostegno.

#### • **NORMATIVA DI RIFERIMENTI**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, 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 4/02/2008, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 “*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*”.

#### • **CALCOLO DELLE SPINTE**

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 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 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 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.

## • CALCOLO DEI TIRANTI

Per il calcolo e la verifica in esercizio dei tiranti, il programma *C.D.W. Win* opera come segue. Innanzitutto viene calcolato lo sforzo limite che è in grado di sopportare il tirante, pari al minimo tra lo sforzo massimo che può sostenere l'acciaio del cavo e quello che determina lo sfilamento dell'ancoraggio. Quindi si calcola lo spostamento massimo che può avere il muro, in quanto corpo rigido, affinché, almeno uno dei tiranti vada a rottura.

Infatti, essendo i tiranti degli elementi elastici, peraltro di rigidezza differente in base a sezione, passo, inclinazione e lunghezza, gli sforzi sono ingenerati in ciascuno in misura diversa e in funzione dei singoli spostamenti. Da ciò risulta chiaro che se un primo tirante raggiunge la sua condizione limite, in tutti gli altri dovrà considerarsi come sforzo massimo possibile quello attinto in quello stato deformativo, anche se magari molto inferiore quello proprio di rottura. Inoltre, poiché, non si sa a priori se il muro avrà degli spostamenti in senso dello scorrimento o del ribaltamento, il calcolo precedente viene ripetuto per i due casi.

Fatto ciò, sono noti i sistemi di forze limite che si suscitano dall'insieme dei tiranti nel caso di moto di scorrimento e di ribaltamento. Tali sistemi possono a ragione essere utilizzati nelle relative verifiche di equilibrio.

Per conoscere infine la forza di esercizio che si attiva in realtà in ciascun tirante, bisogna ridurre, per l'insieme dei tiranti, la forza limite precedentemente definita, fino a fare in modo che il coefficiente di sicurezza per il ribaltamento (o lo scorrimento) sia pari ad 1. Tra le due, per ribaltamento o scorrimento, la maggiore sarà infine adottata per il calcolo del coefficiente di sicurezza dell'ancoraggio, della tensione di esercizio nel cavo e delle forze concentrate che generano le sollecitazioni nel paramento cui sono ancorati.

Il tutto va naturalmente ripetuto per tutte le combinazioni di carico previste.

L'ancoraggio è del tipo a bulbo di calcestruzzo iniettato sotto pressione. La resistenza a sfilamento del bulbo è calcolata come segue:

$$T = A \times \frac{p_v \times K_f + 0,8 \times c}{C_{tir}}$$

dove:

- T = sforzo resistente massimo
- A = area equivalente bulbo (lunghezza × perimetro equivalente)
- $p_v$  = pressione verticale interna agente nel punto medio del bulbo, dovuta al peso del terreno soprastante
- $K_f$  = costante di ancoraggio =  $\tan\left(\frac{\phi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) \times \text{sen}\phi \times \frac{1 + e^{2\pi \cdot \tan\phi}}{2}$
- c = coesione interna del terreno
- $C_{tir}$  = coefficiente di sicurezza ancoraggio tiranti

Va infine effettuato un controllo della lunghezza minima del tirante, che deve essere tale per cui il bulbo di ancoraggio deve essere completamente esterno al cuneo di spinta attiva agente sul muro.

## • CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI DI FONDAZIONE

La portanza limite per ciascun palo  $\checkmark$  calcolata in base alle caratteristiche del terreno dei vari strati attraversati dal palo. È data dalla somma della portata alla punta e la portata per attrito laterale. I calcoli sono eseguiti secondo la teoria di *Meyeroff*. La formula di seguito riportata è un'estensione di quella classica in quanto tiene conto del fatto che il terreno può presentare strati con caratteristiche differenti. Gli angoli vanno espressi in radianti.

$$R_a = \pi \cdot D \cdot \sum (c \cdot h + K_s \cdot (\tau \cdot h^2 \cdot \tan \phi' \cdot \sum (\tau \cdot h)))$$

con la prima sommatoria estesa a tutti gli strati e la seconda a tutti quelli soprastanti lo strato *i-esimo*; per il termine  $K_s$  si utilizza il valore 1 nel caso di terreno compatto e 0,5 nel caso di terreno sciolto.

$$R_b = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot (c_b \cdot N_c + \tau_m \cdot N_q \cdot K_s)$$

Per i coefficienti di portata si ha  $N_c = 8,28$ , mentre  $N_q$  è funzione di  $\phi_b$  analogamente al caso precedente ma in base alle seguenti corrispondenze di valori:

$\phi_b$ :	0	10	20	30
$N_q$ :	0,00	1,25	3,75	11,25

La simbologia usata nella formula precedente è la seguente:

- D = diametro del palo
- l = lunghezza del palo
- h = spessore dello strato di terreno attraversato
- $R_a$  = portanza per attrito laterale
- $R_b$  = portanza alla base
- $\tau$  = peso specifico del terreno del singolo strato
- $\tau_m$  = peso specifico in media pesata sugli strati
- $\phi_b$  = angolo di attrito interno dello strato di base
- $\phi'$  = angolo di attrito terreno – palo
- c = coesione del terreno del singolo strato
- $c_b$  = coesione dello strato di base

Tale formula si riferisce alla portata del singolo palo isolato; nel caso di pali ravvicinati, si considera un coefficiente riduttivo di gruppo, funzione dell'interasse tra i pali rapportato al diametro. Ai fini del calcolo del coefficiente di sicurezza alla portanza, al carico di esercizio agente sul palo si somma il peso proprio del palo stesso.

#### • 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.

#### • PALI DI FONDAZIONE

I pali di fondazione collegati alla zattera di fondazione risultano sollecitati, oltre che a sforzo normale e a taglio, anche a momento flettente indotto dal taglio. Tali sollecitazioni sono diverse per i pali delle varie file, per cui la verifica viene ripetuta tutte le volte che è necessario.

Il taglio agente sul palo si ottiene dividendo la spinta complessiva del muro per il numero dei pali, ricavando la componente normale al palo di tale forza e moltiplicandola per il coefficiente di ripartizione del taglio assegnato nei dati generali. Circa il momento flettente, il calcolo viene effettuato con il metodo degli elementi finiti, utilizzando il modello di trave su suolo alla *Winkler* sottoposta ad una forza

tagliante ad un estremo. Nel caso di tratto sveltante viene aggiunto un tratto di palo non contrastato dall'azione del terreno. Ai fini del calcolo il palo è suddiviso in tronchi per i quali la costante di *Winkler* varia con la profondità. In mancanza di dati espliciti forniti in input, la costante di *Winkler* viene ricavata con la seguente espressione (cfr. *Bowles – Fondazioni*, pag. 649):

$$K_w = 40 \cdot (c \cdot N_c + 0,5 \cdot g \cdot 1 \cdot N_g) + 40 \cdot g \cdot N_q \cdot z$$

essendo:

- c = coesione
- g = peso specifico efficace
- Nc, Nq, Ng = coefficienti di portanza
- z = ascissa della profondità

La verifica del palo viene effettuata con un calcolo a presso-flessione, per tutte le combinazioni di carico previste e per tutte le file di pali.

Per quanto riguarda la zattera di fondazione collegata ai pali, viene anche calcolata l'armatura trasversale, ipotizzando, in maniera semplificata, l'esistenza di tante travi in cemento armato che collegano i pali lungo ciascuna fila, incastrate in corrispondenza delle teste dei pali e caricate dal peso proprio e del terreno su essa gravante.

L'interazione cinematica, dove valutata, palo-terreno è calcolata secondo le Norme NEHRP:

- Per lo strato omogeneo:

$$M(z) = E_p \cdot I_p \cdot \frac{a(z)}{V_s^2}$$

in cui:

- Ep = modulo elastico longitudinale del palo
- Ip = momento di inerzia del palo
- a(z) = accelerazione sismica alla quota z
- Vs = velocità efficace delle onde di taglio dello strato

- Per il cambio strato:

$$M(z) = 0,042 \cdot S \cdot \frac{a}{g} \cdot g_1 \cdot h_1 \cdot d^3 \cdot \left(\frac{L}{d}\right)^{0,3} \cdot \left(\frac{E_p}{E_1}\right)^{0,65} \cdot \left(\frac{Vs2}{Vs1}\right)^{0,5}$$

in cui:

- Ep = modulo elastico longitudinale del palo
- E1 = modulo elastico dello strato superiore
- $S \cdot \frac{a}{g}$  = accelerazione (in frazioni di g) sismica alla superficie
- g1 = peso specifico strato superiore
- h1 = altezza dello strato superiore
- d = diametro del palo
- L = lunghezza del palo
- Vs1;Vs2 = velocità efficaci delle onde di taglio negli strati superiore ed inferiore

**CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI DI FONDAZIONE**

La resistenza limite per ciascun palo è calcolata in base alle caratteristiche del terreno dei vari strati attraversati dal palo. I calcoli sono eseguiti secondo la teoria di *Broms*. Gli angoli vanno espressi in radianti. In generale la pressione resistente lungo il fusto del palo viene calcolata in base alle due seguenti espressioni, valide per condizioni non drenate e drenate. La resistenza complessiva si ricava integrando tale pressione per la lunghezza del palo, tenendo così conto della presenza di diversi strati. Nei tabulati verrà riportato il valore minimo del carico limite tra condizioni drenata e non drenata. In condizioni non drenate si ha:

$$P_u = 9 \times C_u \times D$$

Il carico limite si ricava da tale valore della pressione limite, estesa per tutto lo sviluppo del palo con eccezione del tratto iniziale per una lunghezza di 1,5 diametri. In condizioni drenate invece si ha:

$$P = (3 \times K_p \times g \times z + 9 \times C) \times D$$

Il carico limite si ricava da tale valore della pressione limite, estesa per tutto lo sviluppo del palo. La simbologia usata è la seguente:

- D* = diametro del palo
- C<sub>u</sub>* = coesione non drenata
- C* = coesione drenata
- K<sub>p</sub>* = costante di spinta passiva
- g* = peso specifico del terreno
- z* = profondità

Tali formule si riferiscono alla portata del singolo palo isolato; nel caso di pali ravvicinati, si considera un coefficiente riduttivo di gruppo, funzione dell'interasse tra i pali rapportato al diametro.

DATI DI CALCOLO			
PARAMETRI		SISMICI	
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	SECONDA
Longitudine Est (Grd)	7.75019	Latitudine Nord (Grd)	44.08421
Categoria Suolo	B	Coeff. Condiz. Topogr.	1.20000
Probabilità Pvr	0.10000	Periodo di Ritorno Anni	475.00000
Accelerazione Ag/g	0.14600	Fattore Stratigrafia 'S'	1.20000
TEORIE DI CALCOLO			
Verifiche effettuate con il metodo degli stati limite ultimi			
Portanza dei pali calcolata con la teoria di Meyeroff			
Tipo di terreno ai fini del calcolo della portanza dei pali: compatto			
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

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**DATI DI CALCOLO**

**PARAMETRI SISMICI**

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	Doppia Combinaz.:(A1+M1+R1) e (A2+M1/M2+R2/R3)		
Tipo di fondazione	Su Pali Infissi		
	<b>COEFFICIENTE R1</b>	<b>COEFFICIENTE R2</b>	<b>COEFFICIENTE R3</b>
Capacita' Portante	1.00	1.00	
Scorrimento	1.00	1.00	
Resist. alla Base	1.00	1.45	
Resist. Lat. a Compr.	1.00	1.45	
Resist. Lat. a Traz.	1.00	1.60	
Carichi Trasversali	1.00	1.60	

**CARATTERISTICHE MATERIALI**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

**CARATTERISTICHE C. A. ELEVAZIONE**

Classe Calcestruzzo	C25/30		Classe Acciaio	B450C	
Modulo Elastico CLS	314758	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000	kg/cmq
Coeff. di Poisson	0.2		Tipo Armatura	POCO SENSIBILI	
Resist.Car. CLS 'fck'	250.0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1	
Resist. Calcolo 'fcd'	141.0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500.0	kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	141.0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500.0	kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0.20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3913.0	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	150.0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0.3	mm	Sigma CLS Comb.Perm	112.0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0.4	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600.0	kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc	Copriferro Netto	4.0	cm

**CARATTERISTICHE C. A. FONDAZIONE**

Classe Calcestruzzo	C25/30		Classe Acciaio	B450C	
Modulo Elastico CLS	314758	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000	kg/cmq
Coeff. di Poisson	0.2		Tipo Armatura	POCO SENSIBILI	
Resist.Car. CLS 'fck'	250.0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1	
Resist. Calcolo 'fcd'	141.0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500.0	kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	141.0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500.0	kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0.20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3913.0	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	150.0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0.3	mm	Sigma CLS Comb.Perm	112.0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0.4	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600.0	kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc	Peso Spec.CLS Magro	2200	kg/mc
Copriferro Netto	4.0	cm			

**CARATTERISTICHE CEMENTO ARMATO PALI**

Classe Calcestruzzo	C25/30		Classe Acciaio	B450C	
Modulo Elastico CLS	314758	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000	kg/cmq
Coeff. di Poisson	0.2		Tipo Armatura	POCO SENSIBILI	
Resist.Car. CLS 'fck'	250.0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1	
Resist. Calcolo 'fcd'	141.0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500.0	kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	141.0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500.0	kg/cmq

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

<b>CARATTERISTICHE MATERIALI</b>					
<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b>					
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0.20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3913.0	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	150.0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0.3	mm	Sigma CLS Comb.Perm	112.0	kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0.4	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600.0	kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc	Copriferro Netto	4.0	cm
<b>CARATTERISTICHE MATERIALE MURI GRAVITA'</b>					
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	
<b>CARATTERISTICHE DEI MICROPALI (Tipologia=Nessuna)</b>					
Modulo elastico omogeneizzato del materiale:				2100	t/cmq
Sforzo di taglio massimo di calcolo nel singolo micropalo				39	t
Momento flettente massimo di calcolo nel singolo micropalo				1	tm
Peso specifico omogeneizzato del materiale				2500	Kg/mc
Denominazione tipo di micropali				MICROPALO DI ESEMPIO	
<b>CARATTERISTICHE DEI TIRANTI</b>					
Tensione di snervamento dell'acciaio				14285	Kg/cmq
Modulo elastico dell'acciaio				1950	t/cmq
Ancoraggi effettuati con bulbo di calcestruzzo iniettato					

<b>DATI TERRAPIENO MURO 1</b>						
Muro n.1						
<b>DATI TERRAPIENO</b>						
Altezza del terrapieno a monte nel punto di contatto col muro:		2			m	
Altezza del terrapieno a valle nel punto di contatto col muro:		0			m	
Inclinaz. media terreno valle(positivo se scende verso valle):		0			°	
Angolo di attrito tra fondazione e terreno:		36			°	
Adesione tra fondazione e terreno:		4			Kg/cmq	
Angolo di attrito tra fondazione e terreno in presenza acqua:		36			°	
Adesione tra fondazione e terreno in presenza di acqua:		4			Kg/cmq	
Permeabilita' Terreno:BASSA						
Muro Vincolato:SI						
Coefficiente di intensita' sismica orizzontale:.21						
Coefficiente di intensita' sismica verticale:.105						
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	Ordinata	Vertice	Ascissa	Ordinata	

		m	m			m	m	
	1	0.00	0.00					
	2	4.04	1.79					
	3	11.11	2.22					

**DATI STRATIGR. MURO 1****STRATIGRAFIA DEL TERRENO**

STRATO n.	1	:	
Spessore dello strato:			3.50 m
Angolo di attrito interno del terreno:			30 °
Angolo di attrito tra terreno e muro:			22 °
Coesione del terreno in condizioni drenate:			0.04 Kg/cmq
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni drenate:			0.04 Kg/cmq
Peso specifico apparente del terreno in assenza di acqua:			1800 Kg/mc
Coesione 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:			1200 Kg/mc

STRATO n.	2	:	
Spessore dello strato:			10.00 m
Angolo di attrito interno del terreno:			31 °
Angolo di attrito tra terreno e muro:			20 °
Coesione del terreno in condizioni drenate:			2.00 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:			2500 Kg/mc
Coesione 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

**COORDINATE STRATI MURO 1**

Strato	Vertice	Ascissa m	Ordinata m

**GEOMETRIA MURO 1****MURO A MENSOLA IN CEMENTO ARMATO**

Altezza del paramento:	2.00	m
Spessore del muro in testa (sezione orizzontale):	20	cm
Scostamento della testa del muro (positivo verso monte):	0	cm
Spessore del muro alla base (sezione orizzontale):	50	cm

**GEOMETRIA MURO 1****FONDAZIONE SU PALI**

Lunghezza della mensola di fondazione a valle:	30	cm
Lunghezza della mensola di fondazione a monte:	30	cm
Spessore della zattera di fondazione:	60	cm
Inclinazione del piano di posa della fondazione:	0	°
Sviluppo della fondazione:	10	m
Diametro dei pali:	20	cm

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

Lunghezza complessiva dei pali:		5	m
Interasse tra i pali:		140	cm
Tratto di palo sveltante fuori terra:		0	cm
Tipo disposizione file pali: sfalsata.		-----	----
Fattore correlaz. CSI per il calcolo di Rk pali:		1.7	----
P R O F I L O   M I C R O P A L O			
Sigla Profilo		Tipo Ferro	Diam. mm
88,9s8-355		S355	88.900
Spess. mm		Mod.Elast. kg/cmq	Peso kg/ml
8		2100000	15.96
lx cm4	Wx cm3	Area cmq	Ay cmq
167.9609	37.7859	20.330	10.230
σamm kg/cmq		fyk kg/cmq	
1600		3550	
Fila N.	Distanza dalla fila precedente o dal bordo		Inclinazione dei pali (positiva verso valle)
1	25 cm		1.0
2	60 cm		-1.0

**GEOMETRIA MURO 1**

**TIRANTI**

TIRANTE n.	1	----
Altezza del punto di applicazione del tirante:	0.10	m
Inclinazione del tirante (positivo se si abbassa verso monte):	45	°
Area del singolo tirante:	20.00	cmq
Passo tra i tiranti lungo lo sviluppo del muro:	3.00	m
Lunghezza del tirante al netto dell'ancoraggio:	2.00	m
Forza di pretensione applicata al singolo tirante:	0.00	t
Diametro equivalente del bulbo di ancoraggio:	8	cm
Sviluppo in lunghezza del bulbo di ancoraggio:	10.00	m
Pressione verticale nel terreno nel punto di ancoraggio:	1.33	Kg/cmq
Angolo di attrito del terreno nel punto di ancoraggio:	36	°
Coesione del terreno nel punto di ancoraggio:	0.20	Kg/cmq
Fattore di correlazione CSI per il calcolo di Rak tiranti	1.80	----

**CARICHI MURO 1**

**SOVRACCARICHI SUL TERRAPIENO**

CONDIZIONE n.	1	----
Sovraccarico uniformemente distribuito generalizzato:	0.00	t/mq
Sovraccarico uniformemente distribuito a nastro:	0.30	t/mq
Distanza dal muro del punto di inizio del carico a nastro:	0.00	m
Distanza dal muro del punto di fine del carico a nastro:	4.00	m
Sovraccarico concentrato lineare lungo lo sviluppo:	0.00	t/m
Distanza dal muro del punto di applicazione carico lineare:	1.00	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:	0.00	t/mq

**COMBINAZIONI MURO 1**

Cond. Num.	Descrizione Condizione
1	PERMANENTE

**COMBINAZIONI MURO 1**

**COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. A1**

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond10	Sisma
1	1.50										0.00
2	1.00										1.00

**COMBINAZIONI MURO 1**

**COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. A2**

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond10	Sisma
1	1.30										0.00
2	1.00										1.00

**COMBINAZIONI MURO 1**

**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	Cond10	Sisma
1	1.00										

**COMBINAZIONI MURO 1**

**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	Cond10	Sisma
1	1.00										

**COMBINAZIONI MURO 1**

**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	Cond10	Sisma
1	1.00										

**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
1	1	1.10	2.73	0.80	5.99
	2	1.10	0.60	0.80	1.76
	3	1.10	0.60	1.10	1.76
	4	1.10	0.00	1.10	1.10

**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	1	1.10	2.73	0.80	8.12
	2	1.10	0.60	0.80	2.02
	3	1.10	0.60	1.10	2.02
	4	1.10	0.00	1.10	1.10

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

<b>PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: A1</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
1	1	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	694	426	1114	283	0	0	-653	83	0	0	233	59	0	0
2	sup	2783	957	3203	814	0	0	-653	83	0	0	233	59	0	0	
	inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inf	2783	957	3203	814	0	0	-653	83	0	0	233	59	0	0	0
4	sup	3370	1106	3791	964	0	0	-653	83	0	0	233	59	0	0	0
	inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<b>PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: A1</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	1122	613	845	208	939	317	-825	40	0	0	162	48	0	0
2	sup	3231	1234	2072	520	1822	626	-825	40	0	0	162	48	0	0	0
	inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inf	3231	1234	2072	520	1822	626	-825	40	0	0	162	48	0	0	0
4	sup	3824	1408	2417	607	2070	713	-825	40	0	0	162	48	0	0	0
	inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<b>PRESSIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1</b>									
<b>PRESSIONI SUL MURO</b>									
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	0.80	2.73	pre	0	0	0	0	
				seg	694	0	0	0	
1	2	0.80	2.60	pre	824	0	0	0	
				seg	824	0	0	0	
1	3	0.80	0.60	pre	2783	0	0	0	
				seg	0	3839	0	0	
1	4	1.10	0.60	pre	0	3839	0	0	
				seg	2783	0	0	0	
1	5	1.10	0.00	pre	3370	0	0	0	
				seg	0	0	0	0	
1	6	0.00	0.00	pre	0	0	0	0	
				seg	0	0	0	0	
1	7	0.00	0.60	pre	0	0	0	0	
				seg	0	0	0	0	
1	8	0.30	0.60	pre	0	0	0	0	
				seg	0	0	0	0	
1	9	0.60	2.60	pre	0	0	0	0	
				seg	0	0	0	0	

<b>PRESSIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1</b>									
<b>PRESSIONI SUL MURO</b>									
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	0.80	2.73	pre	0	0	0	0	
				seg	1236	0	0	0	
2	2	0.80	2.60	pre	1367	0	0	0	
				seg	1367	0	0	0	
2	3	0.80	0.60	pre	3345	0	0	0	
				seg	0	4243	0	0	
2	4	1.10	0.60	pre	0	4243	0	0	

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**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	5	1.10	0.00	seg	3231	0	0	0
				pre	3824	0	0	0
2	6	0.00	0.00	seg	0	0	0	0
				pre	0	0	0	0
2	7	0.00	0.60	seg	0	0	0	0
				pre	0	0	0	0
2	8	0.30	0.60	seg	0	0	0	0
				pre	0	0	0	0
2	9	0.60	2.60	seg	0	0	0	0
				pre	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: A2**

COORDINATE PUNTI					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
1	1	1.10	2.73	0.80	6.60
	2	1.10	0.60	0.80	1.83
	3	1.10	0.60	1.10	1.83
	4	1.10	0.00	1.10	1.10

**PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: A2**

COORDINATE PUNTI					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
2	1	1.10	2.73	0.80	10.48
	2	1.10	0.60	0.80	2.29
	3	1.10	0.60	1.10	2.29
	4	1.10	0.00	1.10	1.10

**PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: A2**

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	776	346	1129	222	0	0	-568	82	0	0	0	215	42	0	0
2	2	sup	2689	722	3042	598	0	0	-568	82	0	0	0	215	42	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	2689	722	3042	598	0	0	-568	82	0	0	0	215	42	0	0
4	4	sup	3227	828	3580	703	0	0	-568	82	0	0	0	215	42	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: A2**

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	1776	640	1069	203	1399	372	-841	30	0	0	0	148	35	0	0
2	2	sup	4243	1215	2367	458	2570	693	-841	30	0	0	0	148	35	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	4243	1215	2367	458	2570	693	-841	30	0	0	0	148	35	0	0
4	4	sup	4938	1377	2731	529	2899	783	-841	30	0	0	0	148	35	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A2**

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	0.80	2.73	pre	0	0	0	0
				seg	776	0	0	0
1	2	0.80	2.60	pre	895	0	0	0
				seg	895	0	0	0
1	3	0.80	0.60	pre	2689	0	0	0
				seg	0	3839	0	0
1	4	1.10	0.60	pre	0	3839	0	0
				seg	2689	0	0	0
1	5	1.10	0.00	pre	3227	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	6	0.00	0.00	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	7	0.00	0.60	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	8	0.30	0.60	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	9	0.60	2.60	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0

**PRESSIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A2**

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	0.80	2.73	pre	0	0	0	0
				seg	1889	0	0	0
2	2	0.80	2.60	pre	2043	0	0	0
				seg	2043	0	0	0
2	3	0.80	0.60	pre	4357	0	0	0
				seg	0	4243	0	0
2	4	1.10	0.60	pre	0	4243	0	0
				seg	4243	0	0	0
2	5	1.10	0.00	pre	4938	0	0	0
				seg	0	0	0	0
2	6	0.00	0.00	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
2	7	0.00	0.60	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
2	8	0.30	0.60	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
2	9	0.60	2.60	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

**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	1.10	2.73	0.80	5.99
	2	1.10	0.60	0.80	1.76
	3	1.10	0.60	1.10	1.76
	4	1.10	0.00	1.10	1.10

**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
		inf	359	341	857	218	0	0	-653	83	0	0	155	39	0	0
2	2	sup	1966	749	2464	626	0	0	-653	83	0	0	155	39	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	1966	749	2464	626	0	0	-653	83	0	0	155	39	0	0
4	4	sup	2418	864	2916	741	0	0	-653	83	0	0	155	39	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	0.80	2.73	pre	0	0	0	0
				seg	359	0	0	0
1	2	0.80	2.60	pre	459	0	0	0
				seg	459	0	0	0
1	3	0.80	0.60	pre	1966	0	0	0
				seg	0	3839	0	0
1	4	1.10	0.60	pre	0	3839	0	0
				seg	1966	0	0	0
1	5	1.10	0.00	pre	2418	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	6	0.00	0.00	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	7	0.00	0.60	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	8	0.30	0.60	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	9	0.60	2.60	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	1.10	2.73	0.80	5.99
	2	1.10	0.60	0.80	1.76
	3	1.10	0.60	1.10	1.76
	4	1.10	0.00	1.10	1.10

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

PRESSIONI DEL TERRAPIENO A MONTE

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

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	359	341	857	218	0	0	-653	83	0	0	155	39	0	0
2	2	sup	1966	749	2464	626	0	0	-653	83	0	0	155	39	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	1966	749	2464	626	0	0	-653	83	0	0	155	39	0	0
4	4	sup	2418	864	2916	741	0	0	-653	83	0	0	155	39	0	0
		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	0.80	2.73	pre	0	0	0	0
				seg	359	0	0	0
1	2	0.80	2.60	pre	459	0	0	0
				seg	459	0	0	0
1	3	0.80	0.60	pre	1966	0	0	0
				seg	0	3839	0	0
1	4	1.10	0.60	pre	0	3839	0	0
				seg	1966	0	0	0
1	5	1.10	0.00	pre	2418	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	6	0.00	0.00	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	7	0.00	0.60	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	8	0.30	0.60	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	9	0.60	2.60	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
1	1	1.10	2.73	0.80	5.99
	2	1.10	0.60	0.80	1.76
	3	1.10	0.60	1.10	1.76
	4	1.10	0.00	1.10	1.10

**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	359	341	857	218	0	0	-653	83	0	0	155	39	0	0
2	2	sup	1966	749	2464	626	0	0	-653	83	0	0	155	39	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	1966	749	2464	626	0	0	-653	83	0	0	155	39	0	0
4	4	sup	2418	864	2916	741	0	0	-653	83	0	0	155	39	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	Punto	X vert	Y vert	Zona	Or.Terr.	Ver.Terr.	Or.Acqua	Ver.Acq.

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

N.r	N.ro	m	m		Kg/mq	Kg/mq	Kg/mq	Kg/mq
1	1	0.80	2.73	pre	0	0	0	0
				seg	359	0	0	0
1	2	0.80	2.60	pre	459	0	0	0
				seg	459	0	0	0
1	3	0.80	0.60	pre	1966	0	0	0
				seg	0	3839	0	0
1	4	1.10	0.60	pre	0	3839	0	0
				seg	1966	0	0	0
1	5	1.10	0.00	pre	2418	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	6	0.00	0.00	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	7	0.00	0.60	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	8	0.30	0.60	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	9	0.60	2.60	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	5553	2093	1.03	1.10	0	1586	0.00	0.95	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.605	0.605	0.00
2	6759	2762	1.08	1.10	254	1333	1.71	0.95	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.375	1.018	0.00

**SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: A2**

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	5471	1604	1.05	1.10	0	1233	0.00	0.95	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.759	0.759	0.00
2	9174	2756	1.11	1.10	254	1333	1.71	0.95	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.460	1.363	0.00

**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	3795	1646	1.00	1.10	0	1206	0.00	0.95	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.551	0.551	0.00

**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	3795	1646	1.00	1.10	0	1206	0.00	0.95	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.551	0.551	0.00

**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	3795	1646	1.00	1.10	0	1206	0.00	0.95	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.551	0.551	0.00

**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
2	4586	1932	1.03	1.10	78	1245	1.71	0.95	0	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.537	0.675	0.00

**SFORZI NEI TIRANTI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1**

Comb Num.	Tir. Num.	Eserciz. (kg)	Comb Num.	Tir. Num.	Eserciz. (kg)	Comb Num.	Tir. Num.	Eserciz. (kg)
1	1	18848	2	1	26229			

**SFORZI NEI TIRANTI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A2**

Comb Num.	Tir. Num.	Eserciz. (kg)		Comb Num.	Tir. Num.	Eserciz. (kg)		Comb Num.	Tir. Num.	Eserciz. (kg)
1	1	18568		2	1	34423				

**SFORZI NEI TIRANTI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Rare**

Comb Num.	Tir. Num.	Eserciz. (kg)		Comb Num.	Tir. Num.	Eserciz. (kg)		Comb Num.	Tir. Num.	Eserciz. (kg)
1	1	12879								

**SFORZI NEI TIRANTI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Freq.**

Comb Num.	Tir. Num.	Eserciz. (kg)		Comb Num.	Tir. Num.	Eserciz. (kg)		Comb Num.	Tir. Num.	Eserciz. (kg)
1	1	12879								

**SFORZI NEI TIRANTI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Perm.**

Comb Num.	Tir. Num.	Eserciz. (kg)		Comb Num.	Tir. Num.	Eserciz. (kg)		Comb Num.	Tir. Num.	Eserciz. (kg)
1	1	12879								

**VERIFICHE TIRANTI MURO 1**

VERIFICA TIRANTI

TIRANTE n. 1

Ascissa globale del punto di attacco al muro: 32 cm

Ordinata globale del punto di attacco al muro: 70 cm

Forza ultima per crisi dell'ancoraggio: 40000 Kg

Forza massima attivabile per crisi da scorrimento: 33333 Kg

Forza massima attivabile per crisi da ribaltamento: 33333 Kg

Condizione di esercizio:

Combinazione di carico piu' gravosa: 2 A2

Forza agente nel tirante per garantire l'equilibrio: 34423 Kg

Tensione massima agente nel tirante: 1721 Kg/cm<sup>2</sup>

Coefficiente di sicurezza minimo ancoraggio: 1.16 -----

IL TIRANTE RISULTA VERIFICATO

**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	1846	-18	-2093
		2	30	90.0	1291	-578	-866
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90.0	0	0	0
		2	30	-90.0	555	-201	-8243
1	PARAMENTO	1	0	0.0	0	0	0

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**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	SEZ.TRASV.FOND.	2	30	0.0	167	40	291
		3	60	0.0	367	176	671
		4	90	0.0	602	434	1138
		5	120	0.0	870	840	1694
		6	150	0.0	1172	1420	2338
		7	180	0.0	1508	2198	3070
		8	200	0.0	6193	3441	-836
		1	0	0.0	0	711	0
		2	30	0.0	0	319	2610
		3	60	0.0	0	-856	5221
		4	70	0.0	0	-1421	6091

**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
2	MENS.FOND.MONTE	1	0	90.0	2117	-18	-2762
		2	30	90.0	1439	-811	-3345
2	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90.0	0	0	0
		2	30	-90.0	678	-319	-11824
2	PARAMENTO	1	0	0.0	0	0	0
		2	30	0.0	149	69	490
		3	60	0.0	329	296	1076
		4	90	0.0	539	709	1757
		5	120	0.0	779	1336	2535
		6	150	0.0	1049	2205	3409
		7	180	0.0	1349	3344	4380
		8	200	0.0	7748	5102	-1102
2	SEZ.TRASV.FOND.	1	0	0.0	0	999	0
		2	30	0.0	0	449	3671
		3	60	0.0	0	-1203	7343
		4	70	0.0	0	-1999	8567

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A2**

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	1775	-16	-1604
		2	30	90.0	1228	-494	-1607
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90.0	0	0	0
		2	30	-90.0	547	-219	-8564
1	PARAMENTO	1	0	0.0	0	0	0
		2	30	0.0	167	43	309
		3	60	0.0	367	186	699
		4	90	0.0	602	453	1169
		5	120	0.0	870	868	1720
		6	150	0.0	1172	1454	2352

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A2**

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
1	SEZ.TRASV.FOND.	7	180	0.0	1508	2234	3065
		8	200	0.0	6127	3465	-792
		1	0	0.0	0	737	0
		2	30	0.0	0	331	2707
		3	60	0.0	0	-887	5414
		4	70	0.0	0	-1474	6316

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A2**

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	2754	-21	-2756
		2	30	90.0	1835	-859	-5724
2	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90.0	0	0	0
		2	30	-90.0	920	-462	-16134
2	PARAMENTO	1	0	0.0	0	0	0
		2	30	0.0	149	101	700
		3	60	0.0	329	424	1511
		4	90	0.0	539	1004	2434
		5	120	0.0	779	1871	3468
		6	150	0.0	1049	3060	4613
		7	180	0.0	1349	4602	5869
		8	200	0.0	9680	6939	-1346
2	SEZ.TRASV.FOND.	1	0	0.0	0	1352	0
		2	30	0.0	0	607	4966
		3	60	0.0	0	-1628	9931
		4	70	0.0	0	-2703	11586

**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
1	MENS.FOND.MONTE	1	0	90.0	1315	-14	-1646
		2	30	90.0	936	-474	-43
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90.0	0	0	0
		2	30	-90.0	379	-123	-5632
1	PARAMENTO	1	0	0.0	0	0	0
		2	30	0.0	167	22	172
		3	60	0.0	367	102	411
		4	90	0.0	602	259	718
		5	120	0.0	870	512	1093
		6	150	0.0	1172	882	1536
		7	180	0.0	1508	1388	2047
		8	200	0.0	4786	2220	-611
1	SEZ.TRASV.FOND.	1	0	0.0	0	497	0
		2	30	0.0	0	223	1826
		3	60	0.0	0	-599	3653

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**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
		4	70	0.0	0	-994	4262

**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
1	MENS.FOND.MONTE	1	0	90.0	1315	-14	-1646
		2	30	90.0	936	-474	-43
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90.0	0	0	0
		2	30	-90.0	379	-123	-5632
1	PARAMENTO	1	0	0.0	0	0	0
		2	30	0.0	167	22	172
		3	60	0.0	367	102	411
		4	90	0.0	602	259	718
		5	120	0.0	870	512	1093
		6	150	0.0	1172	882	1536
		7	180	0.0	1508	1388	2047
		8	200	0.0	4786	2220	-611
1	SEZ.TRASV.FOND.	1	0	0.0	0	497	0
		2	30	0.0	0	223	1826
		3	60	0.0	0	-599	3653
		4	70	0.0	0	-994	4262

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

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	1315	-14	-1646
		2	30	90.0	936	-474	-43
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90.0	0	0	0
		2	30	-90.0	379	-123	-5632
1	PARAMENTO	1	0	0.0	0	0	0
		2	30	0.0	167	22	172
		3	60	0.0	367	102	411
		4	90	0.0	602	259	718
		5	120	0.0	870	512	1093
		6	150	0.0	1172	882	1536
		7	180	0.0	1508	1388	2047
		8	200	0.0	4786	2220	-611
1	SEZ.TRASV.FOND.	1	0	0.0	0	497	0
		2	30	0.0	0	223	1826
		3	60	0.0	0	-599	3653
		4	70	0.0	0	-994	4262

**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	Msdu 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.
--------	-------	---------	------	------	-------	-------	-------	---------	---------	----------	-----------	-----------	---------	---------	---------	----------	---------	---------	-----------	-----------	-------------	--------

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**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	Msdu 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	20	100	70	260	0	101	0	0	0.0	0.0	9	0	0	0	101	0	0	0		OK
2	1	30	25	100	68	230	0	102	149	101	7.5	7.5	9	0	149	5725	102	700	10105	0		OK
3	1	60	29	100	66	200	0	102	329	424	7.5	7.5	9	0	329	7018	102	1511	11230	0		OK
4	1	90	34	100	63	170	0	102	539	1004	7.5	7.5	9	0	539	8296	102	2434	12540	0		OK
5	1	120	38	100	61	140	0	102	779	1871	7.5	7.5	9	0	779	9596	102	3468	13809	0		OK
6	1	150	43	100	59	110	0	102	1049	3060	7.5	7.5	9	0	1049	10925	102	4613	15045	0		OK
7	1	180	47	100	57	80	0	102	1349	4602	7.5	7.5	9	0	1349	12283	102	5869	16256	0		OK
8	1	200	50	100	55	60	0	102	9680	6939	7.5	7.5	9	0	9680	14977	102	-1346	17050	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	Msdu 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	60	100	0	30	-90	1	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0	1	0	0	0		OK
2	4	30	60	100	30	30	-90	102	920	-462	13.4	13.4	0	0	920	27739	102	-16134	19586	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	Msdu 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	60	100	110	30	90	102	2754	-21	0.0	0.0	0	0	0	0	2	-2762	0	0		OK
2	5	30	60	100	80	30	90	102	1835	-859	13.4	13.4	0	0	1835	27979	102	-5724	19586	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	Msdu 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	8	0	60	110	0	0	0	102	0	1352	12.1	12.1	0	0	0	24248	1	0	21095	0		OK
2	8	30	60	110	0	0	0	102	0	607	12.1	12.1	0	0	0	24248	102	4966	21095	0		OK
3	8	60	60	110	0	0	0	102	0	-1628	12.1	12.1	0	0	0	24248	102	9931	21095	0		OK
4	8	70	60	110	0	0	0	102	0	-2703	12.1	12.1	0	0	0	24248	102	11586	21095	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
1	5	Freq	1	2	936	-474	19	0.01	0.40	OK
		Perm	1	2	936	-474	19	0.01	0.30	OK
1	4	Freq	1	2	379	-123	19	0.00	0.40	OK
		Perm	1	2	379	-123	19	0.00	0.30	OK
1	1	Freq	1	8	4786	2220	23	0.07	0.40	OK
		Perm	1	8	4786	2220	23	0.07	0.30	OK
1	8	Freq	1	4	0	-994	23	0.03	0.40	OK
		Perm	1	4	0	-994	23	0.03	0.30	OK

**VERIFICHE MURO 1**

**TENSIONI DI ESERCIZIO MURI**

Muro N.	Ele	Tipo Comb	Cmb σc	Sez. σc	N σc Kg	M σc Kgm	σc Kg/cmq	σc max Kg/cmq	Cmb σf	Sez. σf	N σf Kg	M σf Kgm	σf Kg/cmq	σf max Kg/cmq	Verifica
1	5	rara	1	2	936	-474	1.7	150.0	1	2	936	-474	36	3600	OK
		perm	1	2	936	-474	1.7	112.0							OK
1	4	rara	1	2	379	-123	0.4	150.0	1	2	379	-123	5	3600	OK
		perm	1	2	379	-123	0.4	112.0							OK

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**VERIFICHE MURO 1**

TENSIONI DI ESERCIZIO MURI															
Muro N.	Ele	Tipo Comb	Cmb σc	Sez. σc	N σc Kg	M σc Kgm	σc Kg/cmq	σc max Kg/cmq	Cmb σf	Sez. σf	N σf Kg	M σf Kgm	σf Kg/cmq	σf max Kg/cmq	Verifica
1	1	rara	1	8	4786	2220	13.4	150.0	1	8	4786	2220	383	3600	OK
		perm	1	8	4786	2220	13.4	112.0							OK
1	8	rara	1	4	0	-994	3.9	150.0	1	4	0	-994	163	3600	OK
		perm	1	4	0	-994	3.9	112.0							OK

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO										
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.1										
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cm	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cmq	
1	1	1	60	1.0	12181	0	565	-0.77	-0.1	
		2	110	1.0	11981	266	504	-0.49	0.0	
		3	150	1.6	11656	457	454	-0.30	0.0	
		4	200	28.8	4898	516	-132	-0.12	-0.3	
		5	250	29.8	0	389	-324	-0.02	-0.1	
		6	300	30.8	0	227	-302	0.03	0.1	
		7	350	31.9	0	100	-201	0.03	0.1	
		8	400	32.9	0	26	-98	0.03	0.1	
		9	450	33.9	0	-3	-25	0.02	0.1	
		10	500	35.0	0	-6	9	0.00	0.0	
		11	550	36.5	0	0	5	-0.01	0.0	
		12	560	36.5	0	0	0	-0.01	0.0	
1	2	1	60	1.0	3946	0	846	-1.15	-0.1	
		2	110	1.0	3745	399	755	-0.73	-0.1	
		3	150	1.6	3420	685	681	-0.45	-0.1	
		4	200	28.8	0	773	-198	-0.18	-0.5	
		5	250	29.8	0	583	-485	-0.03	-0.1	
		6	300	30.8	0	341	-453	0.04	0.1	
		7	350	31.9	0	150	-302	0.05	0.2	
		8	400	32.9	0	39	-147	0.04	0.1	
		9	450	33.9	0	-5	-38	0.02	0.1	
		10	500	35.0	0	-8	14	0.01	0.0	
		11	550	36.5	0	0	8	-0.01	0.0	
		12	560	36.5	0	0	0	-0.01	0.0	

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO										
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.2										
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cm	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cmq	
1	1	1	60	1.0	17133	0	783	-1.06	-0.1	
		2	110	1.0	16933	369	698	-0.68	-0.1	
		3	150	1.6	16608	633	630	-0.42	-0.1	
		4	200	28.8	9850	715	-184	-0.17	-0.5	
		5	250	29.8	2807	540	-449	-0.03	-0.1	
		6	300	30.8	0	315	-419	0.03	0.1	
		7	350	31.9	0	139	-279	0.05	0.2	

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.2									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>
		8	400	32.9	0	36	-136	0.04	0.1
		9	450	33.9	0	-4	-35	0.02	0.1
		10	500	35.0	0	-8	13	0.01	0.0
		11	550	36.5	0	0	7	-0.01	0.0
		12	560	36.5	0	0	0	-0.01	0.0
1	2	1	60	1.0	1511	0	1108	-1.51	-0.1
		2	110	1.0	1311	522	988	-0.96	-0.1
		3	150	1.6	986	896	892	-0.59	-0.1
		4	200	28.8	0	1012	-260	-0.24	-0.7
		5	250	29.8	0	764	-635	-0.04	-0.1
		6	300	30.8	0	446	-593	0.05	0.2
		7	350	31.9	0	197	-395	0.07	0.2
		8	400	32.9	0	52	-193	0.05	0.2
		9	450	33.9	0	-6	-50	0.03	0.1
		10	500	35.0	0	-11	18	0.01	0.0
		11	550	36.5	0	-1	11	-0.01	0.0
		12	560	36.5	0	0	0	-0.02	-0.1

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione di calcolo Tab. A2 N.1									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>
1	1	1	60	1.0	12632	0	546	-0.74	-0.1
		2	110	1.0	12431	257	486	-0.47	0.0
		3	150	1.6	12106	441	439	-0.29	0.0
		4	200	28.8	5349	498	-128	-0.12	-0.3
		5	250	29.8	0	376	-313	-0.02	-0.1
		6	300	30.8	0	219	-292	0.02	0.1
		7	350	31.9	0	97	-195	0.03	0.1
		8	400	32.9	0	25	-95	0.03	0.1
		9	450	33.9	0	-3	-25	0.02	0.1
		10	500	35.0	0	-5	9	0.00	0.0
		11	550	36.5	0	0	5	-0.01	0.0
		12	560	36.5	0	0	0	-0.01	0.0
1	2	1	60	1.0	2225	0	805	-1.09	-0.1
		2	110	1.0	2025	379	718	-0.70	-0.1
		3	150	1.6	1700	651	647	-0.43	-0.1
		4	200	28.8	0	735	-189	-0.17	-0.5
		5	250	29.8	0	555	-461	-0.03	-0.1
		6	300	30.8	0	324	-430	0.04	0.1
		7	350	31.9	0	143	-287	0.05	0.2
		8	400	32.9	0	37	-140	0.04	0.1
		9	450	33.9	0	-4	-36	0.02	0.1
		10	500	35.0	0	-8	13	0.01	0.0
		11	550	36.5	0	0	8	-0.01	0.0

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione di calcolo Tab. A2 N.1									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>
		12	560	36.5	0	0	0	-0.01	0.0

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione di calcolo Tab. A2 N.2									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>
1	1	1	60	1.0	23173	0	1016	-1.38	-0.1
		2	110	1.0	22972	478	906	-0.88	-0.1
		3	150	1.6	22647	821	817	-0.54	-0.1
		4	200	28.8	15890	928	-238	-0.22	-0.6
		5	250	29.8	8847	700	-582	-0.03	-0.1
		6	300	30.8	1518	409	-543	0.05	0.1
		7	350	31.9	0	180	-362	0.06	0.2
		8	400	32.9	0	47	-177	0.05	0.2
		9	450	33.9	0	-6	-46	0.03	0.1
		10	500	35.0	0	-10	16	0.01	0.0
		11	550	36.5	0	-1	10	-0.01	0.0
		12	560	36.5	0	0	0	-0.02	-0.1
1	2	1	60	1.0	-1833	0	1388	-1.89	-0.2
		2	110	1.0	-1554	654	1238	-1.21	-0.1
		3	150	1.6	-1166	1123	1117	-0.74	-0.1
		4	200	28.8	0	1268	-325	-0.30	-0.9
		5	250	29.8	0	956	-795	-0.05	-0.1
		6	300	30.8	0	558	-742	0.06	0.2
		7	350	31.9	0	246	-495	0.08	0.3
		8	400	32.9	0	65	-242	0.07	0.2
		9	450	33.9	0	-8	-63	0.04	0.1
		10	500	35.0	0	-14	22	0.01	0.0
		11	550	36.5	0	-1	13	-0.02	-0.1
		12	560	36.5	0	0	0	-0.02	-0.1

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Rara N.1									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>
1	1	1	60	1.0	8523	0	383	-0.52	-0.1
		2	110	1.0	8323	180	341	-0.33	0.0
		3	150	1.6	7998	309	308	-0.20	0.0
		4	200	28.8	1241	349	-90	-0.08	-0.2
		5	250	29.8	0	264	-219	-0.01	0.0
		6	300	30.8	0	154	-205	0.02	0.1
		7	350	31.9	0	68	-136	0.02	0.1
		8	400	32.9	0	18	-67	0.02	0.1
		9	450	33.9	0	-2	-17	0.01	0.0

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Rara N.1									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>
1	2	10	500	35.0	0	-4	6	0.00	0.0
		11	550	36.5	0	0	4	0.00	0.0
		12	560	36.5	0	0	0	-0.01	0.0
		1	60	1.0	4477	0	609	-0.83	-0.1
		2	110	1.0	4276	287	544	-0.53	-0.1
		3	150	1.6	3951	493	490	-0.32	-0.1
		4	200	28.8	0	557	-143	-0.13	-0.4
		5	250	29.8	0	420	-349	-0.02	-0.1
		6	300	30.8	0	245	-326	0.03	0.1
		7	350	31.9	0	108	-217	0.04	0.1
		8	400	32.9	0	28	-106	0.03	0.1
		9	450	33.9	0	-3	-28	0.02	0.1
10	500	35.0	0	-6	10	0.00	0.0		
11	550	36.5	0	0	6	-0.01	0.0		
12	560	36.5	0	0	0	-0.01	0.0		

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Frequente N.1									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cm <sup>2</sup>
1	1	1	60	1.0	8523	0	383	-0.52	-0.1
		2	110	1.0	8323	180	341	-0.33	0.0
		3	150	1.6	7998	309	308	-0.20	0.0
		4	200	28.8	1241	349	-90	-0.08	-0.2
		5	250	29.8	0	264	-219	-0.01	0.0
		6	300	30.8	0	154	-205	0.02	0.1
		7	350	31.9	0	68	-136	0.02	0.1
		8	400	32.9	0	18	-67	0.02	0.1
		9	450	33.9	0	-2	-17	0.01	0.0
		10	500	35.0	0	-4	6	0.00	0.0
		11	550	36.5	0	0	4	0.00	0.0
		12	560	36.5	0	0	0	-0.01	0.0
1	2	1	60	1.0	4477	0	609	-0.83	-0.1
		2	110	1.0	4276	287	544	-0.53	-0.1
		3	150	1.6	3951	493	490	-0.32	-0.1
		4	200	28.8	0	557	-143	-0.13	-0.4
		5	250	29.8	0	420	-349	-0.02	-0.1
		6	300	30.8	0	245	-326	0.03	0.1
		7	350	31.9	0	108	-217	0.04	0.1
		8	400	32.9	0	28	-106	0.03	0.1
		9	450	33.9	0	-3	-28	0.02	0.1
		10	500	35.0	0	-6	10	0.00	0.0
		11	550	36.5	0	0	6	-0.01	0.0
		12	560	36.5	0	0	0	-0.01	0.0

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Quasi Permanenti N.1									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cmq
1	1	1	60	1.0	8523	0	383	-0.52	-0.1
		2	110	1.0	8323	180	341	-0.33	0.0
		3	150	1.6	7998	309	308	-0.20	0.0
		4	200	28.8	1241	349	-90	-0.08	-0.2
		5	250	29.8	0	264	-219	-0.01	0.0
		6	300	30.8	0	154	-205	0.02	0.1
		7	350	31.9	0	68	-136	0.02	0.1
		8	400	32.9	0	18	-67	0.02	0.1
		9	450	33.9	0	-2	-17	0.01	0.0
		10	500	35.0	0	-4	6	0.00	0.0
		11	550	36.5	0	0	4	0.00	0.0
		12	560	36.5	0	0	0	-0.01	0.0
1	2	1	60	1.0	4477	0	609	-0.83	-0.1
		2	110	1.0	4276	287	544	-0.53	-0.1
		3	150	1.6	3951	493	490	-0.32	-0.1
		4	200	28.8	0	557	-143	-0.13	-0.4
		5	250	29.8	0	420	-349	-0.02	-0.1
		6	300	30.8	0	245	-326	0.03	0.1
		7	350	31.9	0	108	-217	0.04	0.1
		8	400	32.9	0	28	-106	0.03	0.1
		9	450	33.9	0	-3	-28	0.02	0.1
		10	500	35.0	0	-6	10	0.00	0.0
		11	550	36.5	0	0	6	-0.01	0.0
		12	560	36.5	0	0	0	-0.01	0.0

**VERIFICA MICROPALI MURO 1**

VERIFICHE DI RESISTENZA MICROPALI											
Muro N.	Sez. N.	Dist cm	Comb	Fil	Nsdu Kg	Msdu Kgm	Vsdu Kg	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Vrdu Kg	Verifica
1	1	60	101	2	2225	0	805	59772	1487	38055	OK
1	2	110	102	1	22972	478	906	59772	951	38055	OK
1	3	150	102	1	22647	821	817	59772	959	38055	OK
1	4	200	102	2	0	1268	-325	59772	1544	38055	OK
1	5	250	102	2	0	956	-795	59772	1544	38055	OK
1	6	300	102	2	0	558	-742	59772	1544	38055	OK
1	7	350	102	2	0	246	-495	59772	1544	38055	OK
1	8	400	102	2	0	65	-242	59772	1544	38055	OK
1	9	450	102	2	0	-8	-63	59772	1544	38055	OK
1	10	500	102	2	0	-14	22	59772	1544	38055	OK
1	11	550	102	2	0	-1	13	59772	1544	38055	OK
1	12	560	2	2	0	0	0	59772	1544	38055	OK

**VERIFICA PORTANZA MURO 1**

VERIFICHE PORTANZA PALI		
FILA n.		1
Interasse minimo tra i pali:		101 cm
Numero del primo strato su cui fondano i pali:		1

<b>VERIFICA PORTANZA MURO 1</b>		
<b>VERIFICHE PORTANZA PALI</b>		
Profondita' del primo strato attraversata dai pali:	0.900	m
Combinazione di carico piu' gravosa per carico assiale:	102	A2
Scarico ortogonale alla fondazione complessivo:	15.24	t/m
Scarico parallelo alla fondazione complessivo:	2.03	t/m
Momento ribaltante applicato in fondazione:	3.04	tm/m
Pressione verticale agente sul piano fondazione:	0.00	t/mq
Portanza limite alla base:	5.53	t
Portanza limite per attrito laterale:	45.72	t
Coefficiente di riduzione portata assiale pali in gruppo:	1.00	
Carico limite complessivo netto assiale:	44.56	t
Carico al limite dell'instabilita'secondo Eulero:	1996.23	t
Carico di esercizio per il palo piu' sollecitato:	23.57	t
Coefficiente di sicurezza portanza assiale palo:	1.89	
Combinazione di carico piu' gravosa carico normale all'asse:	102	
Portanza limite per carico normale all'asse per ciasun palo:	116.28	t
Coefficiente riduzione portata normale pali in gruppo:	1.00	
Carico normale limite complessivo netto:	101.11	t
Carico normale di esercizio palo piu' sollecitato:	1.02	t
Coefficiente di sicurezza portanza normale palo	100.23	
LA VERIFICA RISULTA	SODDISFATTA	
<b>F I L A n.</b>	<b>2</b>	
Interasse minimo tra i pali:	101	cm
Numero del primo strato su cui fondano i pali:	1	
Profondita' del primo strato attraversata dai pali:	0.900	m
Combinazione di carico piu' gravosa per carico assiale:	1	A1
Scarico ortogonale alla fondazione complessivo:	11.52	t/m
Scarico parallelo alla fondazione complessivo:	1.11	t/m
Momento ribaltante applicato in fondazione:	4.58	tm/m
Pressione verticale agente sul piano fondazione:	0.00	t/mq
Portanza limite alla base:	5.53	t
Portanza limite per attrito laterale:	45.72	t
Coefficiente di riduzione portata assiale pali in gruppo:	1.00	
Carico limite complessivo netto assiale:	51.24	t
Carico al limite dell'instabilita'secondo Eulero:	1996.23	t
Carico di esercizio per il palo piu' sollecitato:	4.34	t
Coefficiente di sicurezza portanza assiale palo:	11.81	
Combinazione di carico piu' gravosa carico normale all'asse:	102	
Portanza limite per carico normale all'asse per ciasun palo:	116.28	t
Coefficiente riduzione portata normale pali in gruppo:	1.00	
Carico normale limite complessivo netto:	101.11	t
Carico normale di esercizio palo piu' sollecitato:	1.39	t
Coefficiente di sicurezza portanza normale palo	72.48	
LA VERIFICA RISULTA	SODDISFATTA	

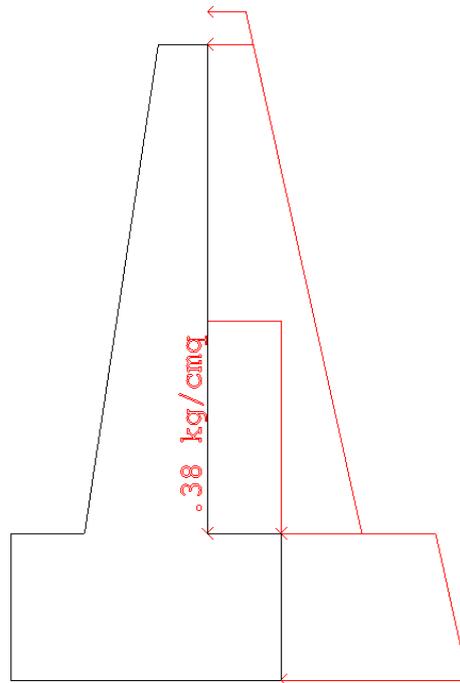


Diagramma delle pressioni.

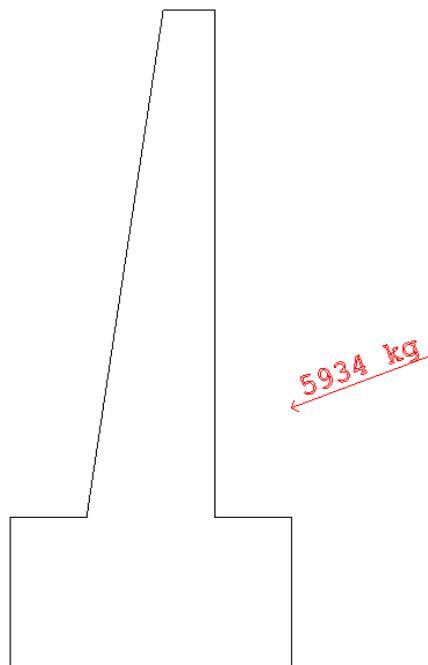


Diagramma delle spinte.

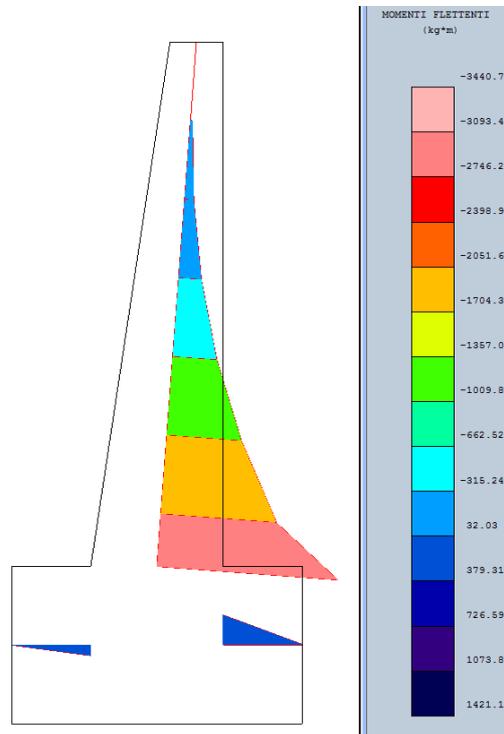


Diagramma delle sollecitazioni - Momento flettente.

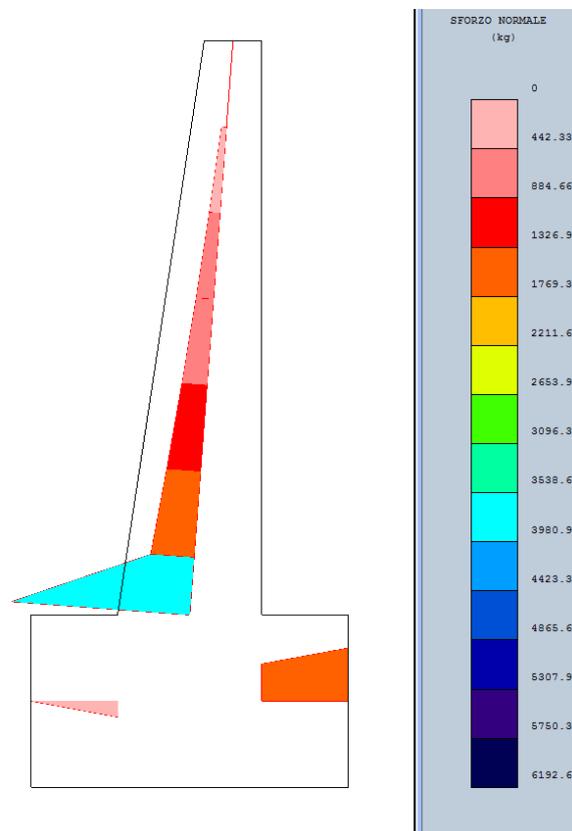


Diagramma delle sollecitazioni - forza normale.

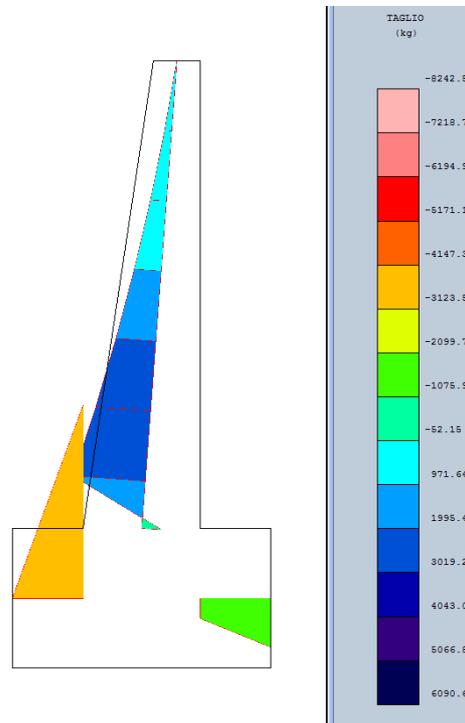


Diagramma delle sollecitazioni - Taglio.

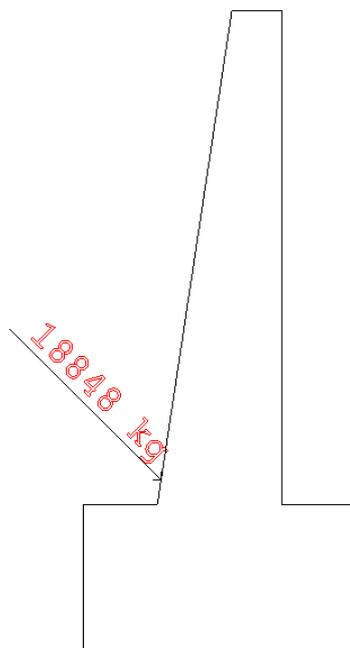


Diagramma sforzo tirante.

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

VERIFICHE DI RESISTENZA MURO																						
Sez N.	El em	Diat cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nedu Kg	Medu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Cmb tag	Vedu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	1	0	20	100	70	260	0	101	0	0	0,0	0,0	9	0	0	0	101	0	0	0	OK	
2	1	30	25	100	68	230	0	102	149	101	7,7	7,7	9	0	149	5811	102	700	10141	0	OK	
3	1	60	29	100	66	200	0	102	329	424	7,7	7,7	9	0	329	7141	102	1511	11201	0	OK	
4	1	90	34	100	63	170	0	102	539	1004	7,7	7,7	9	0	539	8444	102	2434	12511	0	OK	
5	1	120	38	100	61	140	0	102	779	1871	7,7	7,7	9	0	779	9768	102	3468	13781	0	OK	
6	1	150	43	100	59	110	0	102	1049	3060	7,7	7,7	9	0	1049	11121	102	4613	15018	0	OK	
7	1	180	47	100	57	80	0	102	1349	4602	7,7	7,7	9	0	1349	12503	102	5869	16229	0	OK	
8	1	200	50	100	55	60	0	102	9680	6939	7,7	7,7	9	0	9680	15210	102	-1346	17023	0	OK	

VERIFICHE DI RESISTENZA MURO																						
Sez N.	El em	Diat cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nedu Kg	Medu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Cmb tag	Vedu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	4	0	60	100	0	30	-90	1	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	1	0	0	0	OK	
2	4	30	60	100	30	30	-90	102	920	-462	10,1	10,1	0	0	920	21004	102	-16134	19586	0	OK	

VERIFICHE DI RESISTENZA MURO																						
Sez N.	El em	Diat cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nedu Kg	Medu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Cmb tag	Vedu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	5	0	60	100	110	30	90	102	2754	-21	0,0	0,0	0	0	0	0	2	-2762	0	0	OK	
2	5	30	60	100	80	30	90	102	1835	-859	10,1	10,1	0	0	1835	21245	102	-5724	19586	0	OK	

VERIFICHE DI RESISTENZA MURO																						
Sez N.	El em	Diat cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nedu Kg	Medu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Cmb tag	Vedu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	8	0	60	110	0	0	0	102	0	1352	12,1	12,1	0	0	0	24248	1	0	21095	0	OK	
2	8	30	60	110	0	0	0	102	0	607	12,1	12,1	0	0	0	24248	102	4966	21095	0	OK	
3	8	60	60	110	0	0	0	102	0	-1628	12,1	12,1	0	0	0	24248	102	9931	21095	0	OK	
4	8	70	60	110	0	0	0	102	0	-2703	12,1	12,1	0	0	0	24248	102	11586	21095	0	OK	

## Muro di contenimento area fabbricati in demolizione

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il calcolo delle spinte, le verifiche di stabilità e di resistenza di muri di sostegno.

- NORMATIVA DI RIFERIMENTI**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, 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 4/02/2008, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

- CALCOLO DELLE SPINTE**

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  $\phi$  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 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 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:

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

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 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.

## • **COMBINAZIONI DI CARICO**

Il programma opera in ottemperanza alle norme attuali per quanto riguarda le combinazioni di carico da usare per i vari tipi di verifiche. In particolare viene rispettato quanto segue.

- Le verifiche di resistenza del paramento e della fondazione SLU vengono effettuate in base alle combinazioni di carico del tipo A1, riportate nei tabulati di stampa.

- Le verifiche geotecniche di portanza e scorrimento vengono effettuate in base alle combinazioni di tipo A1 e A2, in caso di approccio del tipo 1, oppure utilizzando le sole combinazioni del tipo A1, in caso di approccio 2.

- Il sisma verticale viene considerato alternativamente in direzione verso l'alto e verso il basso. La spinta riportata nei tabulati si riferisce al caso in cui la spinta risulta maggiore.

- Le verifiche al ribaltamento vengono svolte utilizzando i coefficienti riportati in norma nella tabella 6.2.I secondo le modalità previste dalla norma stessa, annullando quindi i contributi delle singole azioni che abbiano un effetto stabilizzante.

- I coefficienti delle combinazioni di carico riportati nei tabulati di stampa si riferiscono esclusivamente ai sovraccarichi applicati sul terrapieno e sul muro stesso. Il peso proprio strutturale del muro e quello del terreno di spinta vengono trattati in base a quanto prevede la norma per i pesi propri strutturali e non strutturali, a prescindere dai coefficienti utilizzati per le varie combinazioni.

## • **VERIFICA AL RIBALTAMENTO**

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.
- 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.

## • **VERIFICA ALLO SCORRIMENTO**

La verifica allo scorrimento è effettuata come equilibrio alla traslazione di un corpo rigido, sollecitato dalle stesse forze prese in esame nel caso della verifica a ribaltamento, tranne per il fatto che per i tiranti il sistema di forze è quello che si innesca per moto di traslazione. Ciascuna forza ha una componente parallela al piano di scorrimento del muro, che a seconda della direzione ha un effetto stabilizzante o instabilizzante, e una componente ad esso normale che, se di compressione, genera una reazione di attrito che si oppone allo scorrimento. Una ulteriore parte dell'azione stabilizzante è costituita dall'eventuale forza di adesione che si suscita tra il terreno e la fondazione.

In presenza di dente di fondazione, la linea di scorrimento non è più quella di base della fondazione, ma è una linea che attraversa il terreno sotto la fondazione, e che congiunge il vertice basso interno del dente con l'estremo della mensola di fondazione opposta. In tal caso quindi l'attrito e l'adesione sono quelli interni del terreno. In questo caso viene conteggiato pure il peso della parte di terreno sottostante alla fondazione che nel moto di scorrimento rimane solidale con il muro.

Il coefficiente di sicurezza allo scorrimento è dato dal rapporto tra l'azione stabilizzante complessiva e quella instabilizzante. La verifica viene effettuata per tutte le combinazioni di carico previste.

## • **CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE**

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:

$$Q_{lim} = C_u \cdot N_{c'} \cdot i_{c'} \cdot d_{c'} \cdot b_{c'} \cdot s_{c'} \cdot g_{c'} + Q \cdot i_{q'} \cdot d_{q'} \cdot b_{q'} \cdot s_{q'} \cdot g_{q'}$$

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:

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

$$d_{q'} = 1$$

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

$$d_g = 1$$

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


---

Fattori di inclinazione dei carichi:

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

$$i_{q'} = 1$$

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

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

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

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

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
- $C_a$  = 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  $\geq 0$ )

#### • 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.

#### ¶ CALCOLO DEI CEDIMENTI DEL TERRAPIENO A MONTE

Per il calcolo dei cedimenti permanenti causati dall'azione sismica, il programma opera come segue. Innanzitutto vengono calcolate le spinte per una ulteriore modalità di azione sismica, cioè quella relativa allo stato limite di danno (SLD). Nel calcolo di tali spinte si pone in ogni caso uguale a 1 il coefficiente Beta m, il che significa che l'accelerazione sismica di calcolo non viene ridotta. A seguito del calcolo di tali spinte, per le sole combinazioni sismiche, si calcola lo spostamento residuo del muro per traslazione rigida, ricavato in base alla seguente formulazione di *Richards & Elms*:

$$d = \frac{0.087 \times V^2}{Acc \times \left( \frac{A_{lim}}{Acc} \right)^{-4}}$$

in cui si ha:

$d$  = spostamento sismico residuo

$V = 0.16 \times Acc \times g \times S \times Tc$

$Acc$  = accelerazione sismica adimensionale SLD

$g = 9.80665$  = accelerazione di gravità

$S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafico

$Tc$  = coefficiente di amplificazione topografico

$A_{lim}$  = accelerazione oltre la quale si innesca lo scorrimento della fondazione per superamento del limite dell'attrito

Una volta ricavato, per ciascuna combinazione di carico, tale spostamento orizzontale, si calcola il volume del terreno interessato a tale spostamento, pari allo spostamento stesso per l'altezza complessiva del muro, comprensiva dello spessore della fondazione. Il cedimento verticale del terreno a ridosso del muro viene quindi calcolato con la seguente formula (*Bowles* - metodo di *Caspe*):

$$S_v = 4 \text{ Vol} / D$$

essendo  $\text{Vol}$  il volume di terreno interessato dallo spostamento del muro e  $D$  la distanza in orizzontale dal muro alla quale si annullano i cedimenti. Quest'ultima è assimilata alla dimensione orizzontale massima del cuneo di rottura del terreno spingente.

Infine i cedimenti lungo il tratto interessato sono calcolati con legge decrescente col quadrato della distanza  $X$  dal paramento:

$$S_x = S_v * (X/D)^2$$

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	SECONDA
Longitudine Est (Grd)	7,75023	Latitudine Nord (Grd)	44,08424
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Probabilita' Pvr (SLV)	0,10000	Periodo Ritorno Anni (SLV)	475,00000
Accelerazione Ag/g (SLV)	0,14600	Fattore Stratigrafia 'S'	1,48360
Probabilita' Pvr (SLD)	0,63000	Periodo Ritorno Anni (SLD)	50,00000
Accelerazione Ag/g (SLD)	0,04500	-----	
TEORIE DI CALCOLO			
Verifiche effettuate con il metodo degli stati limite ultimi			
Portanza dei pali calcolata con la teoria di Norme A.G.I.			
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. Terreno Valle			1,40
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	C25/30	Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	314758 kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2	Tipo Armatura	POCO SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	250,0 kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1
Resist. Calcolo 'fcd'	141,0 kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	141,0 kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20 %	Resist. Calcolo'fyd'	3913,0 kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35 %	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00 %

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

<b>CARATTERISTICHE MATERIALI</b>				
<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b>				
Fessura Max.Comb.Rare		mm	Sigma CLS Comb.Rare	150,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,3	mm	Sigma CLS Comb.Perm	112,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,4	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc	Copriferro Netto	4,0 cm
<b>CARATTERISTICHE C. A. FONDAZIONE</b>				
Classe Calcestruzzo	C25/30		Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	314758	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2		Tipo Armatura	POCO SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	250,0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1
Resist. Calcolo 'fcd'	141,0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	141,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3913,0 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	150,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,3	mm	Sigma CLS Comb.Perm	112,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,4	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc	Peso Spec.CLS Magro	2200 kg/mc
Copriferro Netto	4,0	cm		
<b>CARATTERISTICHE CEMENTO ARMATO PALI</b>				
Classe Calcestruzzo	C20/25		Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	299619	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2		Tipo Armatura	POCO SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	200,0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1
Resist. Calcolo 'fcd'	110,0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	3800,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	110,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	3800,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3250,0 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	119,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,2	mm	Sigma CLS Comb.Perm	92,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,3	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3040,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc	Copriferro Netto	2,0 cm
<b>CARATTERISTICHE MATERIALE MURI GRAVITA'</b>				
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			
<b>CARATTERISTICHE DEI MICROPALI (Tipologia=Nessuna)</b>				
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			
<b>CARATTERISTICHE DEI TIRANTI</b>				
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:	3,00	m
Altezza del terrapieno a valle nel punto di contatto col muro:	0,50	m
Inclinaz. media terreno valle(positivo se scende verso valle):	0	°
Angolo di attrito tra fondazione e terreno	35	°
Adesione tra fondazione e terreno	0,00	Kg/cmq
Angolo di attrito tra fondazione e terreno in presenza acqua	20	°
Adesione tra fondazione e terreno in presenza di acqua	0,00	Kg/cmq
Permeabilita' Terreno	BASSA	----
Muro Vincolato	NO	----
Coefficiente BetaM	0,240	----
Coefficiente di intensita' sismica orizzontale	0,052	----
Coefficiente di intensita' sismica verticale	0,026	----

**DATI STRATIGR. MURO 1**

**STRATIGRAFIA DEL TERRENO**

STRATO n. 1 :		
Spessore dello strato:	10,00	m
Angolo di attrito interno del terreno:	35	°
Angolo di attrito tra terreno e muro:	23	°
Coesione 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:	1800	Kg/mc
Coesione 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
Coefficiente di Lambe per attrito negativo pali:	0,00	

**GEOMETRIA MURO 1**

**MURO A MENSOLA IN CEMENTO ARMATO**

Altezza del paramento:	3,00	m
Spessore del muro in testa (sezione orizzontale):	30	cm
Scostamento della testa del muro (positivo verso monte):	0	cm
Spessore del muro alla base (sezione orizzontale):	30	cm

**GEOMETRIA MURO 1**

**FONDAZIONE DIRETTA**

Lunghezza della mensola di fondazione a valle:	40	cm
Lunghezza della mensola di fondazione a monte:	70	cm
Spessore minimo della mensola a valle:	30	cm
Spessore massimo della mensola a valle:	30	cm
Spessore minimo della mensola a monte:	30	cm
Spessore massimo della mensola a monte:	30	cm
Inclinazione del piano di posa della fondazione:	0	°
Sviluppo della fondazione:	10,0	m
Spessore del magrone:	10	cm

**COMBINAZIONI MURO 1**

Cond. Num.	Descrizione Condizione
1	PERMANENTE

**COMBINAZIONI MURO 1**

**COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. A1**

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
2	1,00										1,00

**COMBINAZIONI MURO 1**

**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										

**COMBINAZIONI MURO 1**

**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										

**COMBINAZIONI MURO 1**

**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										

**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
1	1	1,40	3,30	0,70	3,39
	2	1,40	0,30	0,70	1,58
	3	1,40	0,30	1,40	1,58
	4	1,40	0,00	1,40	1,40

**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	1	1,40	3,30	0,70	3,59
	2	1,40	0,30	0,70	1,60
	3	1,40	0,30	1,40	1,60
	4	1,40	0,00	1,40	1,40

**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	2	sup	1576	679	1576	679	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
3	3	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	1576	679	1576	679	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

<b>PRESSIONI MURO 1 - MONTE - Tabella Combinazioni: A1</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
4	sup		1733	747	1733	747	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: A1</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	2	sup	1394	600	1203	518	190	82	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	1394	600	1203	518	190	82	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	sup	1533	660	1324	570	210	90	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 - VALLE - Tabella Combinazioni: A1</b>					
<b>COORDINATE PUNTI</b>					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
1	1	0,40	3,30	0,40	0,00
	2	0,00	0,50	0,40	-0,96
	3	0,00	0,30	0,40	-0,58
	4	0,00	0,30	0,00	-0,58
	5	0,00	0,00	0,00	0,00

<b>PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: A1</b>					
<b>COORDINATE PUNTI</b>					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
2	1	0,40	3,30	0,40	0,00
	2	0,00	0,50	0,40	-0,98
	3	0,00	0,30	0,40	-0,59
	4	0,00	0,30	0,00	-0,59
	5	0,00	0,00	0,00	0,00

<b>PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: A1</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	2	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
3	3	sup	-1328	0	-1328	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	4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	-1328	0	-1328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	sup	-3321	0	-3321	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

<b>PRESSIONI MURO 1 - VALLE - Tabella Combinazioni: A1</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	2	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
3	3	sup	-1258	0	-1329	0	71	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	-1258	0	-1329	0	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	sup	-3144	0	-3322	0	178	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 - 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	0,70	3,30	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	2	0,70	0,30	pre	1576	0	0	0
				seg	0	5400	0	0
1	3	1,40	0,30	pre	0	5400	0	0
				seg	1576	0	0	0
1	4	1,40	0,00	pre	1733	0	0	0
				seg	-1450	-4293	0	0
1	5	0,00	0,00	pre	-1450	-9406	0	0
				seg	-3321	0	0	0
1	6	0,00	0,30	pre	-1328	0	0	0
				seg	0	360	0	0
1	7	0,40	0,30	pre	0	360	0	0
				seg	-1328	0	0	0
1	8	0,40	0,50	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	9	0,40	3,30	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	0,70	3,30	pre	0	0	0	0
				seg	66	0	0	0
2	2	0,70	0,30	pre	1459	0	0	0
				seg	0	5540	0	0
2	3	1,40	0,30	pre	0	5540	0	0
				seg	1394	0	0	0
2	4	1,40	0,00	pre	1533	0	0	0
				seg	-1514	-1334	0	0
2	5	0,00	0,00	pre	-1514	-10555	0	0
				seg	-3144	0	0	0
2	6	0,00	0,30	pre	-1258	0	0	0
				seg	0	351	0	0
2	7	0,40	0,30	pre	0	351	0	0
				seg	-1220	0	0	0
2	8	0,40	0,50	pre	37	0	0	0
				seg	0	0	0	0
2	9	0,40	3,30	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	1,40	3,30	0,70	3,39

**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	1,40	0,30	0,70	1,58
	3	1,40	0,30	1,40	1,58
	4	1,40	0,00	1,40	1,40

**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
		inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	sup	1212	522	1212	522	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	0
3	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inf	1212	522	1212	522	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	sup	1333	574	1333	574	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	0

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

COORDINATE PUNTI					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
1	1	0,40	3,30	0,40	0,00
	2	0,00	0,50	0,40	-0,96
	3	0,00	0,30	0,40	-0,58
	4	0,00	0,30	0,00	-0,58
	5	0,00	0,00	0,00	0,00

**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
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	sup	-1328	0	-1328	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	0
4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inf	-1328	0	-1328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	sup	-3321	0	-3321	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	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	0,70	3,30	pre	0	0	0	0	
				seg	0	0	0	0	
1	2	0,70	0,30	pre	1212	0	0	0	
				seg	0	5400	0	0	
1	3	1,40	0,30	pre	0	5400	0	0	
				seg	1212	0	0	0	
1	4	1,40	0,00	pre	1333	0	0	0	
				seg	-978	-3679	0	0	
1	5	0,00	0,00	pre	-978	-7995	0	0	
				seg	-3321	0	0	0	
1	6	0,00	0,30	pre	-1328	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	7	0,40	0,30	seg	0	360	0	0
				pre	0	360	0	0
1	8	0,40	0,50	seg	-1328	0	0	0
				pre	0	0	0	0
1	9	0,40	3,30	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	1,40	3,30	0,70	3,39
	2	1,40	0,30	0,70	1,58
	3	1,40	0,30	1,40	1,58
	4	1,40	0,00	1,40	1,40

**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	2	sup	1212	522	1212	522	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
3	3	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	1212	522	1212	522	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	sup	1333	574	1333	574	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: Freq.**

COORDINATE PUNTI					
Comb. N.ro	Punto N.	X pres. m	Y pres. m	X muro m	X rott. m
1	1	0,40	3,30	0,40	0,00
	2	0,00	0,50	0,40	-0,96
	3	0,00	0,30	0,40	-0,58
	4	0,00	0,30	0,00	-0,58
	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
		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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	sup	-1328	0	-1328	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	4	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	-1328	0	-1328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	sup	-3321	0	-3321	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 - Tabella Combinazioni: Freq.**

**PRESSIONI SUL MURO**

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

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	0,70	3,30	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	2	0,70	0,30	pre	1212	0	0	0
				seg	0	5400	0	0
1	3	1,40	0,30	pre	0	5400	0	0
				seg	1212	0	0	0
1	4	1,40	0,00	pre	1333	0	0	0
				seg	-978	-3679	0	0
1	5	0,00	0,00	pre	-978	-7995	0	0
				seg	-3321	0	0	0
1	6	0,00	0,30	pre	-1328	0	0	0
				seg	0	360	0	0
1	7	0,40	0,30	pre	0	360	0	0
				seg	-1328	0	0	0
1	8	0,40	0,50	pre	0	0	0	0
				seg	0	0	0	0
1	9	0,40	3,30	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
1	1	1,40	3,30	0,70	3,39
	2	1,40	0,30	0,70	1,58
	3	1,40	0,30	1,40	1,58
	4	1,40	0,00	1,40	1,40

**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	1212	522	1212	522	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
3	3	sup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		inf	1212	522	1212	522	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	sup	1333	574	1333	574	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	0,40	3,30	0,40	0,00
	2	0,00	0,50	0,40	-0,96
	3	0,00	0,30	0,40	-0,58
	4	0,00	0,30	0,00	-0,58
	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

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

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
2	inf		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sup		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	inf		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sup		-1328	0	-1328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	inf		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sup		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	inf		-1328	0	-1328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sup		-3321	0	-3321	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 - 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	0,70	3,30	pre	0	0	0	0		
				seg	0	0	0	0		
1	2	0,70	0,30	pre	1212	0	0	0		
				seg	0	5400	0	0		
1	3	1,40	0,30	pre	0	5400	0	0		
				seg	1212	0	0	0		
1	4	1,40	0,00	pre	1333	0	0	0		
				seg	-978	-3679	0	0		
1	5	0,00	0,00	pre	-978	-7995	0	0		
				seg	-3321	0	0	0		
1	6	0,00	0,30	pre	-1328	0	0	0		
				seg	0	360	0	0		
1	7	0,40	0,30	pre	0	360	0	0		
				seg	-1328	0	0	0		
1	8	0,40	0,50	pre	0	0	0	0		
				seg	0	0	0	0		
1	9	0,40	3,30	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	2860	1232	1,10	1,40	0	4914	0,00	1,05	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,244	0,244	0,00
2	2530	1090	1,10	1,40	197	3878	1,80	1,05	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,243	0,281	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	830	0	0,17	0,00	0	144	0,00	0,20	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	3,690	3,69	
2	786	0	0,17	0,00	-7	140	0,40	0,20	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	3,691	3,49	

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	2200	948	1,10	1,40	0	3780	0,00	1,05	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,244	0,244	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	830	0	0,17	0,00	0	144	0,00	0,20	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	3,690	3,69	

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

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**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	2200	948	1,10	1,40	0	3780	0,00	1,05	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,244	0,244	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	C sif
1	830	0	0,17	0,00	0	144	0,00	0,20	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	3,690	3,69	

**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	2200	948	1,10	1,40	0	3780	0,00	1,05	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,244	0,244	0,00

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

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	C sif
1	830	0	0,17	0,00	0	144	0,00	0,20	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	3,690	3,69	

**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
2	2634	1134	1,10	1,40	255	3908	1,80	1,05	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,242	0,293	0,00

**VERIFICHE STABILITA' MURO 1**

**VERIFICA AL RIBALTAMENTO**

Combinazione di carico piu' svantaggiosa:	2	EQU
Momento forze ribaltanti complessivo:	4123	Kg/m
Momento stabilizzante forze peso e carichi:	7550	Kg/m
Momento stabilizzante massimo dovuto ai tiranti:	0	Kg/m
Coefficiente sicurezza minimo al ribaltamento:	1,83	-----

LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA

**VERIFICHE STABILITA' MURO 1**

**VERIFICA ALLO SCORRIMENTO**

Combinazione di carico piu' svantaggiosa:	2	A1
Risultante forze che attivano lo scorrimento:	2901	Kg/m
Risultante forze che si oppongono allo scorrimento:	5495	Kg/m
Forza dei tiranti che si oppone allo scorrimento:	0	Kg/m
Coefficiente sicurezza minimo allo scorrimento:	1,89	-----

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	496	-1	-1232
		2	30	90,0	61	-373	-1624
		3	60	90,0	-374	-812	-1688
		4	70	90,0	-519	-957	-1637
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	697	15	0
		2	30	-90,0	1132	-277	-2325
		3	40	-90,0	1277	-523	-3026
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	225	2	24

**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	60	0,0	450	19	95
		4	90	0,0	675	64	213
		5	120	0,0	900	151	378
		6	150	0,0	1125	295	591
		7	180	0,0	1350	511	851
		8	210	0,0	1575	811	1158
		9	240	0,0	1800	1210	1513
		10	270	0,0	2025	1723	1915
		11	300	0,0	2250	2364	2364

**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
2	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	439	-1	-1090
		2	30	90,0	-3	-452	-2274
		3	60	90,0	-446	-1170	-2866
		4	70	90,0	-593	-1438	-2932
2	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	660	14	0
		2	30	-90,0	1103	-314	-2546
		3	40	-90,0	1250	-583	-3263
2	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	219	7	52
		3	60	0,0	438	36	146
		4	90	0,0	657	99	282
		5	120	0,0	877	209	460
		6	150	0,0	1096	379	679
		7	180	0,0	1315	621	941
		8	210	0,0	1534	948	1244
		9	240	0,0	1753	1371	1589
		10	270	0,0	1972	1905	1976
		11	300	0,0	2192	2561	2404

**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
1	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	382	-1	-948
		2	30	90,0	88	-338	-1550
		3	60	90,0	-205	-815	-1875
		4	70	90,0	-303	-991	-1922
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	697	15	0
		2	30	-90,0	991	-237	-1927
		3	40	-90,0	1089	-444	-2507
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	225	2	18
		3	60	0,0	450	15	73

**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
		4	90	0,0	675	49	164
		5	120	0,0	900	116	291
		6	150	0,0	1125	227	455
		7	180	0,0	1350	393	655
		8	210	0,0	1575	624	891
		9	240	0,0	1800	931	1164
		10	270	0,0	2025	1326	1473
		11	300	0,0	2250	1818	1818

**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
1	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	382	-1	-948
		2	30	90,0	88	-338	-1550
		3	60	90,0	-205	-815	-1875
		4	70	90,0	-303	-991	-1922
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	697	15	0
		2	30	-90,0	991	-237	-1927
		3	40	-90,0	1089	-444	-2507
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	225	2	18
		3	60	0,0	450	15	73
		4	90	0,0	675	49	164
		5	120	0,0	900	116	291
		6	150	0,0	1125	227	455
		7	180	0,0	1350	393	655
		8	210	0,0	1575	624	891
		9	240	0,0	1800	931	1164
		10	270	0,0	2025	1326	1473
		11	300	0,0	2250	1818	1818

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

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	382	-1	-948
		2	30	90,0	88	-338	-1550
		3	60	90,0	-205	-815	-1875
		4	70	90,0	-303	-991	-1922
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	697	15	0
		2	30	-90,0	991	-237	-1927
		3	40	-90,0	1089	-444	-2507
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	0
		2	30	0,0	225	2	18
		3	60	0,0	450	15	73
		4	90	0,0	675	49	164

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

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

SOLLECITAZIONI MURO								
Cmb N.r	Tipo di Elemento		Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
			5	120	0,0	900	116	291
			6	150	0,0	1125	227	455
			7	180	0,0	1350	393	655
			8	210	0,0	1575	624	891
			9	240	0,0	1800	931	1164
			10	270	0,0	2025	1326	1473
			11	300	0,0	2250	1818	1818

**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	Msdu 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	30	100	55	330	0	1	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	1	0	0	0	OK	
2	1	30	30	100	55	300	0	2	219	7	4,6	4,6	0	0	219	4619	2	52	11555	0	OK	
3	1	60	30	100	55	270	0	2	438	36	4,6	4,6	0	0	438	4647	2	146	11555	0	OK	
4	1	90	30	100	55	240	0	2	657	99	4,6	4,6	0	0	657	4675	2	282	11555	0	OK	
5	1	120	30	100	55	210	0	2	877	209	4,6	4,6	0	0	877	4703	2	460	11555	0	OK	
6	1	150	30	100	55	180	0	2	1096	379	4,6	4,6	0	0	1096	4731	2	679	11555	0	OK	
7	1	180	30	100	55	150	0	2	1315	621	4,6	4,6	0	0	1315	4758	2	941	11555	0	OK	
8	1	210	30	100	55	120	0	2	1534	948	4,6	4,6	0	0	1534	4786	2	1244	11555	0	OK	
9	1	240	30	100	55	90	0	2	1753	1371	4,6	4,6	0	0	1753	4814	2	1589	11555	0	OK	
10	1	270	30	100	55	60	0	2	1972	1905	4,6	4,6	0	0	1972	4842	2	1976	11555	0	OK	
11	1	300	30	100	55	30	0	2	2192	2561	4,6	4,6	0	0	2192	4869	2	2404	11555	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	Msdu 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	30	100	0	15	-90	1	697	15	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	OK
2	4	30	30	100	30	15	-90	2	1103	-314	4,6	4,6	0	0	1103	3668	2	-2546	28664	0	0	OK
3	4	40	30	100	40	15	-90	2	1250	-583	4,6	4,6	0	0	1250	3697	2	-3263	28664	0	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	Msdu 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	30	100	140	15	90	1	496	-1	0,0	0,0	0	0	0	0	1	-1232	0	0	0	OK
2	5	30	30	100	110	15	90	2	-3	-452	4,6	4,6	0	0	-3	4591	2	-2274	11555	0	0	OK
3	5	60	30	100	80	15	90	2	-446	-1170	4,6	4,6	0	0	-446	4535	2	-2866	11555	0	0	OK
4	5	70	30	100	70	15	90	2	-593	-1438	4,6	4,6	0	0	-593	4516	2	-2932	11555	0	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
1	5	Freq	1	4	-303	-991	30	0,22	0,40	OK
		Perm	1	4	-303	-991	30	0,22	0,30	OK
1	4	Freq	1	3	1089	-444	29	0,07	0,40	OK
		Perm	1	3	1089	-444	29	0,07	0,30	OK
1	1	Freq	1	11	2250	1818	29	0,32	0,40	OK
		Perm	1	11	2250	1818	29	0,32	0,30	NO VERIF

**VERIFICHE MURO 1**

TENSIONI DI ESERCIZIO MURI															
Muro N.	Ele	Tipo Comb	Cmb σc	Sez. σc	N σc Kg	M σc Kgm	σc Kg/cmq	σc max Kg/cmq	Cmb σf	Sez. σf	N σf Kg	M σf Kgm	σf Kg/cmq	σf max Kg/cmq	Verifica
1	5	rara perm	1	4	-303	-991	20,0	150,0	1	4	-303	-991	920	3600	OK
			1	4	-303	-991	20,0	112,0							OK

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

**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	4	rara	1	3	1089	-444	8,7	150,0	1	3	1089	-444	276	3600	OK
		perm	1	3	1089	-444	8,7	112,0							OK
1	1	rara	1	11	2250	1818	36,8	150,0	1	11	2250	1818	1362	3600	OK
		perm	1	11	2250	1818	36,8	112,0							OK

**VERIFICA PORTANZA MURO 1**

VERIFICHE PORTANZA FONDAZIONE		
Numero dello strato corrispondente alla fondazione:	1	---
Combinazione di carico piu' gravosa:	2	A1
Scarico complessivo ortogonale al piano di posa:	8,67	t/m
Scarico complessivo parallelo al piano di posa:	2,12	t/m
Eccentricita' dello scarico lungo il piano di posa:	-0,20	m
Larghezza della fondazione:	1,60	m
Lunghezza della fondazione:	10,00	m
Valore efficace della larghezza:	1,20	m
Peso specifico omogeneizzato del terreno:	1800	Kg/mc
Pressione verticale dovuta al peso del terrapieno a valle :	0,90	t/mq
VERIFICA IN CONDIZIONI DRENATE		
Fattori di capacita' portante: Ng =	46,7493	Nq = 33,2961 Nc = 46,1236
Fattori di forma: Sg =	1,0441	Sq = 1,0441 Sc = 1,0883
Fattori di profondita: Dg =	1,0000	Dq = 1,1278 Dc = 1,1317
Fattori inclinazione carico: Ig =	0,4446	Iq = 0,5884 Ic = 0,5756
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:		44,12 t/mq
Sforzo normale limite:		37,69 t/m
Coefficiente di sicurezza: (Sf.Norm.Lim/Scar.Compl.Ortog.)		4,35 ---
<b>LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA</b>		

**CEDIMENTI TERRENO A MONTE - MURO N.1**

Tipo comb.	Comb. nro	Sp.muro mm	Volume mc	DistMax m	Ced.0/4 mm	Ced.1/4 mm	Ced.2/4 mm	Ced.3/4 mm
SLD	2	0,3	0,000	3,63	1,0	0,6	0,2	0,1

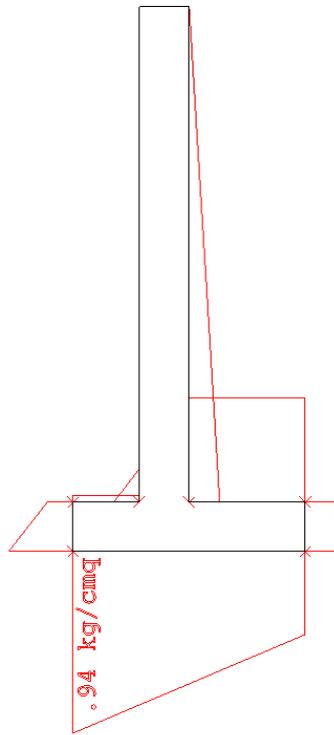


Diagramma delle pressioni.

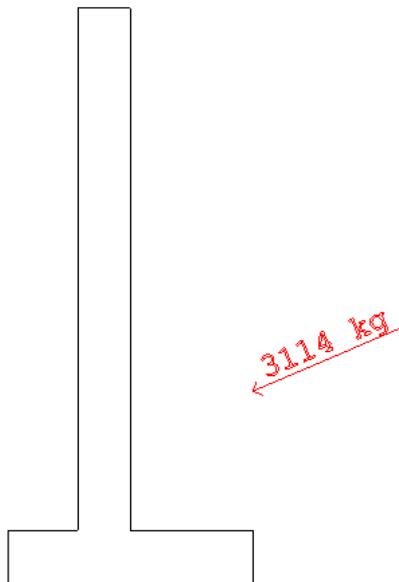


Diagramma delle spinte.

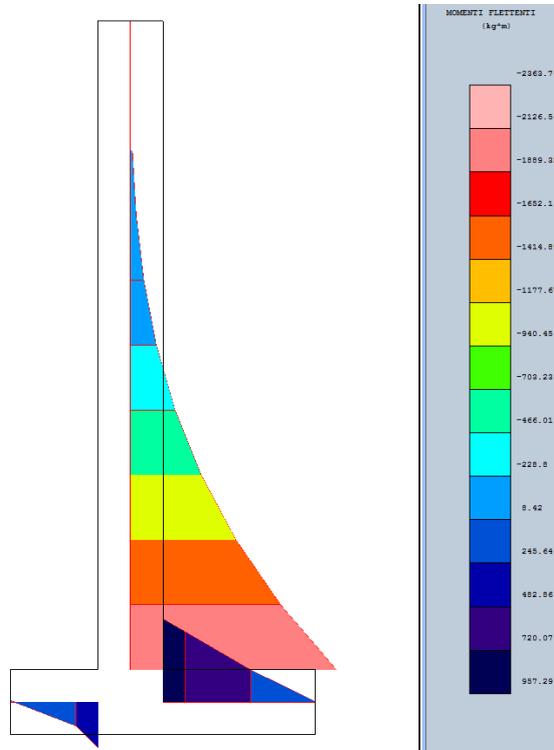


Diagramma delle sollecitazioni-momento flettente.

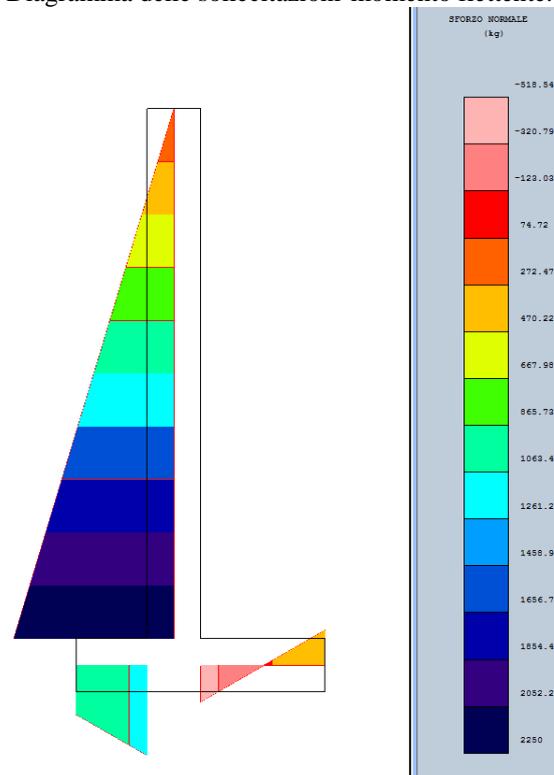


Diagramma delle sollecitazioni-forza normale.

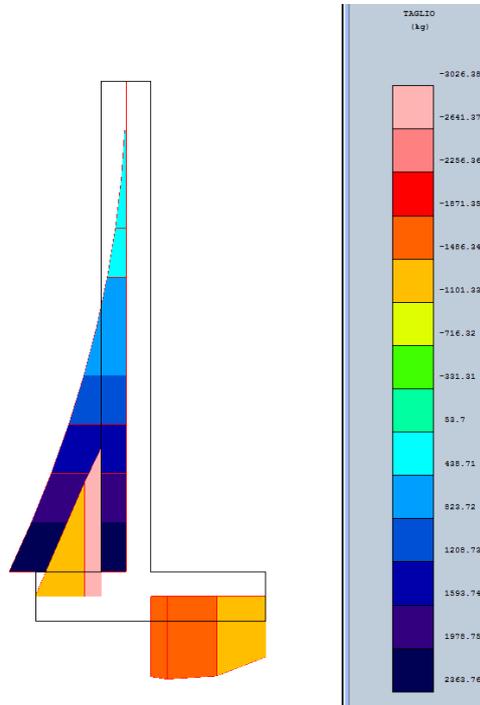


Diagramma delle sollecitazioni-Taglio.

VERIFICA AL RIBALTAMENTO		
Combinazione di carico piu' svantaggiosa:	2	EQU
Momento forze ribaltanti complessivo:	4123	Kgm/m
Momento stabilizzante forze peso e carichi:	7550	Kgm/m
Momento stabilizzante massimo dovuto ai tiranti:	0	Kgm/m
Coefficiente sicurezza minimo al ribaltamento:	1,83	----
LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA		

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO		
Combinazione di carico piu' svantaggiosa:	2	A1
Risultante forze che attivano lo scorrimento:	2901	Kg/m
Risultante forze che si oppongono allo scorrimento:	5495	Kg/m
Forza dei tiranti che si oppone allo scorrimento:	0	Kg/m
Coefficiente sicurezza minimo allo scorrimento:	1,89	----
LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA		

**STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA**

Via Cavour, 30 - 17051 - Andora - SV -

Tel/Fax: 0182684363 - email: info@stingea.com - P.iva: 00986040095

VERIFICHE DI RESISTENZA MURO

Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nadu Kg	Medu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Cmb tag	Vadu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	1	0	30	100	55	330	0	1	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	OK
2	1	30	30	100	55	300	0	2	219	7	4,6	4,6	0	0	219	4619	2	52	11555	0	0	OK
3	1	60	30	100	55	270	0	2	438	36	4,6	4,6	0	0	438	4647	2	146	11555	0	0	OK
4	1	90	30	100	55	240	0	2	657	99	4,6	4,6	0	0	657	4675	2	282	11555	0	0	OK
5	1	120	30	100	55	210	0	2	877	209	4,6	4,6	0	0	877	4703	2	460	11555	0	0	OK
6	1	150	30	100	55	180	0	2	1096	379	4,6	4,6	0	0	1096	4731	2	679	11555	0	0	OK
7	1	180	30	100	55	150	0	2	1315	621	4,6	4,6	0	0	1315	4758	2	941	11555	0	0	OK
8	1	210	30	100	55	120	0	2	1534	948	4,6	4,6	0	0	1534	4786	2	1244	11555	0	0	OK
9	1	240	30	100	55	90	0	2	1753	1371	4,6	4,6	0	0	1753	4814	2	1589	11555	0	0	OK
10	1	270	30	100	55	60	0	2	1972	1905	4,6	4,6	0	0	1972	4842	2	1976	11555	0	0	OK
11	1	300	30	100	55	30	0	2	2192	2561	4,6	4,6	0	0	2192	4869	2	2404	11555	0	0	OK

VERIFICHE DI RESISTENZA MURO

Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nadu Kg	Medu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Cmb tag	Vadu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	4	0	30	100	0	15	-90	1	697	15	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	OK
2	4	30	30	100	30	15	-90	2	1103	-314	4,6	4,6	0	0	1103	3668	2	-2546	28664	0	0	OK
3	4	40	30	100	40	15	-90	2	1250	-583	4,6	4,6	0	0	1250	3697	2	-3263	28664	0	0	OK

VERIFICHE DI RESISTENZA MURO

Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nadu Kg	Medu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Cmb tag	Vadu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	5	0	30	100	140	15	90	1	496	-1	0,0	0,0	0	0	0	0	1	-1232	0	0	0	OK
2	5	30	30	100	110	15	90	2	-3	-452	4,6	4,6	0	0	-3	4591	2	-2274	11555	0	0	OK
3	5	60	30	100	80	15	90	2	-446	-1170	4,6	4,6	0	0	-446	4535	2	-2866	11555	0	0	OK
4	5	70	30	100	70	15	90	2	-593	-1438	4,6	4,6	0	0	-593	4516	2	-2932	11555	0	0	OK

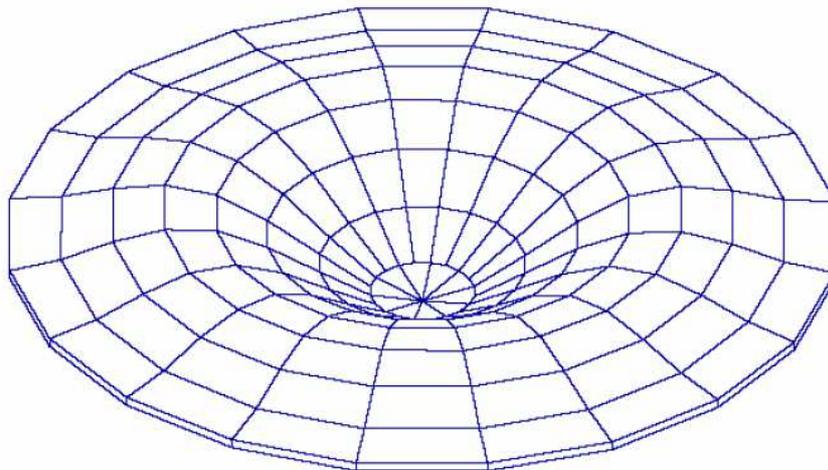
**ALLEGATI VALIDAZIONE CDB - STS SOFTWARE**

**ALLEGATI VALIDAZIONE CDW - STS SOFTWARE**

***CDBWin***

*Release 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014*

***Validazione del codice di calcolo***





## **ESEMPI DI VALIDAZIONE DEL PROGRAMMA *CDBWin* della *S.T.S. s.r.l.***

Il programma *CDBWin* della *S.T.S. s.r.l* effettua l'analisi statica e sismica di paratie a sbalzo e/o multiancorate.

Effettuata l'analisi il software esegue le verifiche di resistenza della sezione della paratia conformemente alla normativa scelta ed al tipo di materiale.

L'analisi viene effettuata con il metodo degli elementi finiti modellando la paratia con elementi trave a comportamento elastico lineare ed il terreno con molle non lineari secondo il modello proposto da *Bowles* nel testo *Fondazioni Progetto ed analisi edito da Mc Graw Hill*.

I tiranti sono modellati come elementi elastoplastici incrudenti unilateri con possibilità di applicare una deformazione iniziale (pretensione).

Per testare la validità del solutore e del modello di calcolo si sono effettuati test su esempi di cui è nota la soluzione numerica in letteratura e che vengono di seguito riportati:

### **Esempio 1**

Paratia a sbalzo tratto dal testo *Elementi di geotecnica dimensionamento dei diaframmi di Renato Lancellotta*.

L'esempio svolto è l'esempio n. 6 del testo:

*Paratia in calcestruzzo  $s = 50\text{cm}$*

*Altezza fuori terra  $H = 6\text{ ml}$ .*

*Altezza infissa  $H_i = 5\text{ ml}$ .*

*$\phi = 36^\circ$*

*$\gamma = 1,85\text{ t/mc}$*

*$c = 0$*

*Carichi derivanti dalla sola spinta del terreno*

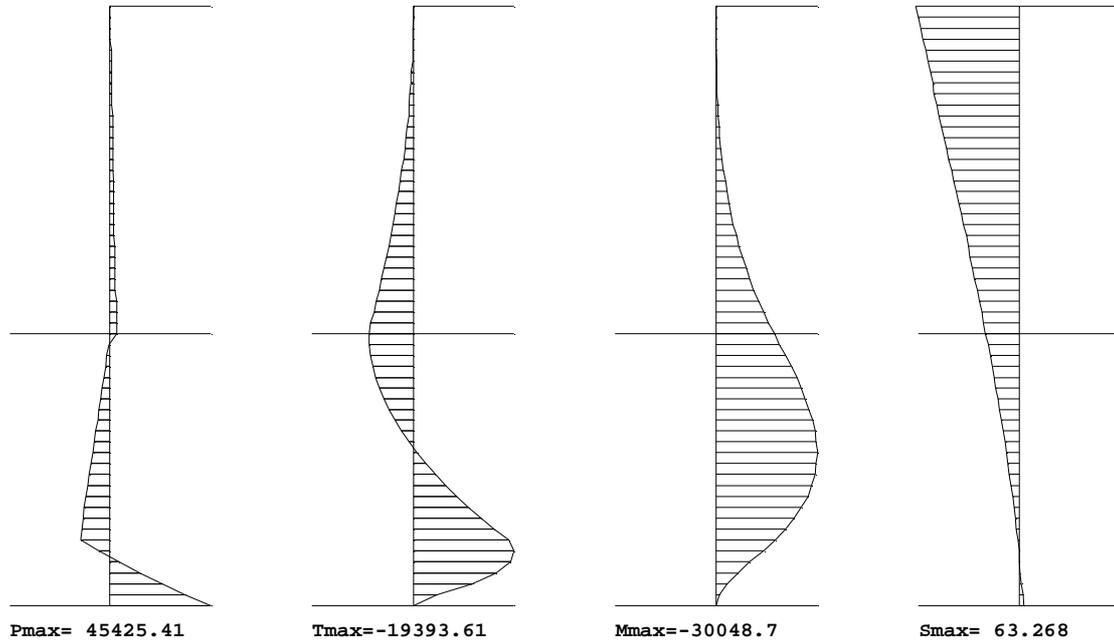
*coefficiente riduzione spinta passiva = 2*

Soluzione teorica con il modello rigido plastico riportato nel testo di Lancellotta :

**Mmax= 29950 kgm,**

Soluzione ottenuta con *CDBWin* con il modello FEM:

### DIAGRAMMI PRESSIONI E SOLLECITAZIONI PARATIA



**Mmax CDB= 30048 kgm**

*Confronto risultati:*

$$\text{Scarto} = (30048 - 29950) / 29950 = 0,3\%$$

Ovviamente i metodi classici non forniscono informazioni sulla deformabilità della paratia.

## Esempio 2:

Paratia ancorata tratto dal testo *Elementi di geotecnica dimensionamento dei diaframmi di Renato Lancellotta*.

L'esempio svolto è l'esempio n. 4 del testo:

*Altezza fuori terra  $H = 6 \text{ ml}$ .*

*Altezza infissa  $H_i = 2,35 \text{ ml}$ .*

*$\phi = 36^\circ$*

*$\gamma = 1,85 \text{ t/mc}$*

*$c = 0$*

*Tirante a +5 rispetto al fondo scavo*

*Carichi derivanti dalla sola spinta del terreno*

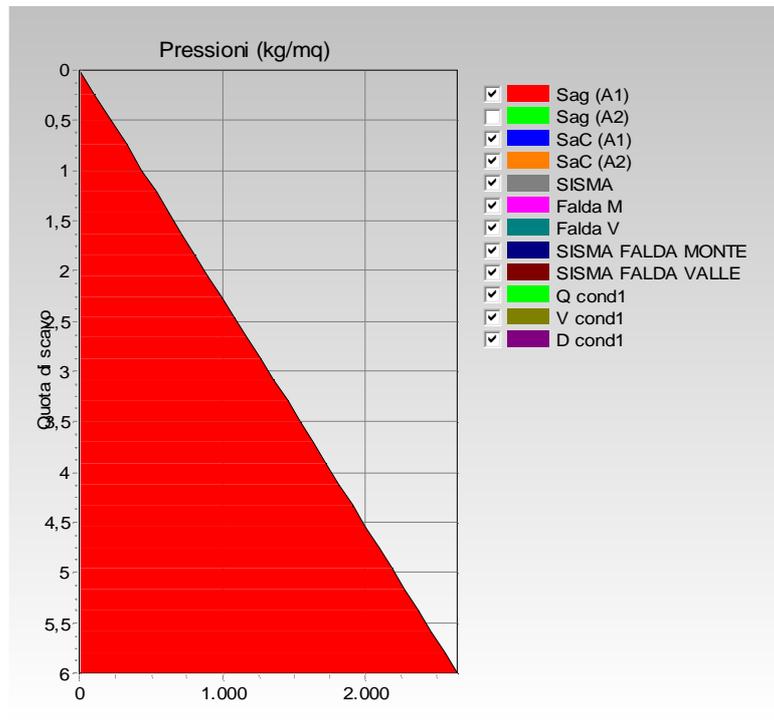
*coefficiente riduzione spinta passiva = 2*

Soluzione teorica con il modello rigido plastico riportato nel testo di Lancellotta:

**Mmax= 4210 kgm.**

Nelle note di commento all'esempio il prof. Lancellotta riporta :....*se si dovesse realizzare una paratia in calcestruzzo armato l'adozione di un simile schema di vincolo potrebbe essere a volte a sfavore di sicurezza.....*, in quanto il vincolo di incastro reale non è perfetto quindi si sottostimano i momenti flettenti positivi.

Soluzione ottenuta con **CDBWin** con il modello FEM:



**Caso di paratia in calcestruzzo  $s = 20$  cm.**

**Mmax CDB= 4195 kgm**

**Confronto risultati:**

$$\text{Scarto} = (4210-4195)/4195 = 0,4\%$$

Ovviamente i metodi classici non forniscono informazioni sulla deformabilità della paratia.

### Esempio 3:

Paratia ancorata tratto dal testo *FONDAZIONI PROGETTO E ANALISI di Joseph E. Bowles*

L'esempio svolto è l'esempio n. 13.2 del testo:

*Altezza fuori terra  $H = 9$  ml.*

*Altezza infissa  $H_i = 5,40$  ml.*

*$\phi = 30^\circ$*

*$\gamma = 1,65$  t/mc*

*$c = 0$*

*Terreno a quota inferiore al fondo scavo*

*$\phi = 30^\circ$*

*$\gamma = 1,04$  t/mc*

*$c = 0$*

*Tirante a +7.80 rispetto al fondo scavo*

*Falda a + 6.60 rispetto al fondo scavo*

*Tiranti passivi  $\phi = 50$ mm passo 1.80 ml lunghezza = 9ml.*

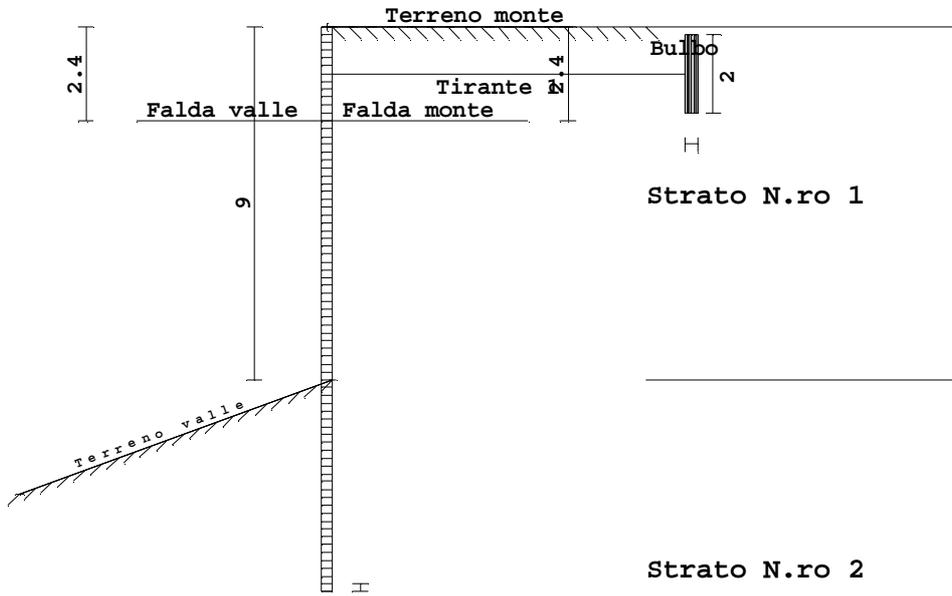
*Sovraccarico distribuito  $q = 2394$  kg/mq*

**Risultati analisi FEM riportati nel testo:**

$$M_{max} = 24562 \text{ kgm}$$

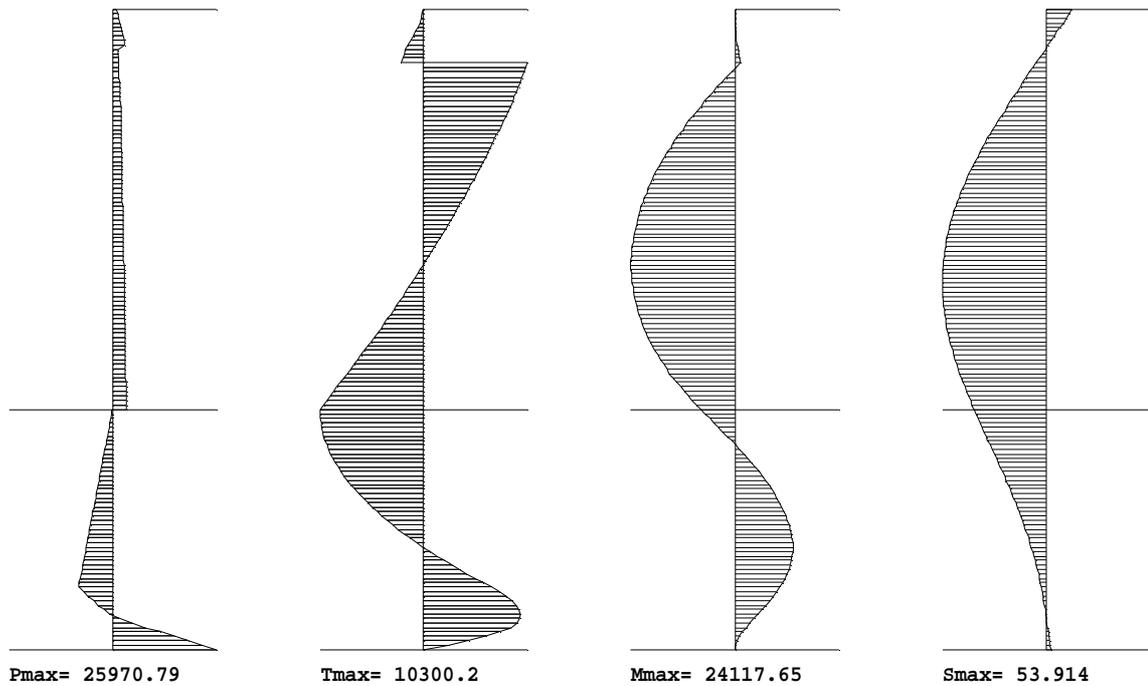
*Spostamento max dell'ordine di 50mm*

Calcolo effettuato con *CDBWin*:



*Modello di calcolo*

## DIAGRAMMI PRESSIONI E SOLLECITAZIONI PARATIA



*Risultati analisi CDBWin*

**Risultati analisi FEM CDBWin:**

$$M_{max} = 24118 \text{ kgm}$$

*Spostamento max dell'ordine di 54 mm*

*Confronto risultati:*

$$E1 = (24118 - 24562) / 24562 = -1,8\% \text{ (SCARTO SUL MOMENTO MASSIMO)}$$

$$E1 = (54 - 50) / 50 = 8\% \text{ (SCARTO SULLO SPOSTAMENTO MASSIMO)}$$

---

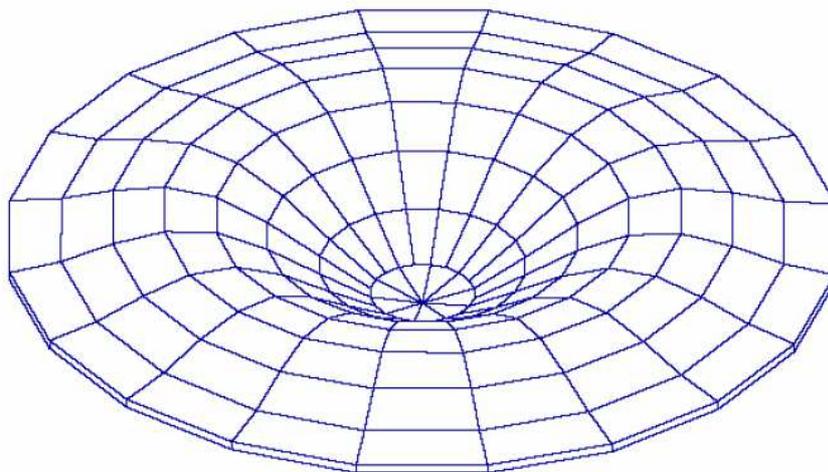
# *CDWWin - Computer Design of Walls*

---

## *CDWWin*

*Release 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014*

### *Validazione del codice di calcolo*



Software  
Tecnico  
Scientifico S.r.l.

---



## Introduzione

Il programma *CDWWin* della *S.T.S. S.r.l.* effettua l'analisi statica e sismica di opere di sostegno rigide, libere o tirantate, con fondazione diretta o su pali.

Dopo avere effettuato il calcolo delle spinte sul paramento di monte e di valle, il software esegue le verifiche di stabilità e quelle di resistenza dell'opera conformemente alla normativa scelta ed ai tipi di materiale, assumendo l'ipotesi che il muro si comporti come un corpo rigido.

Il calcolo della spinta viene effettuato secondo i criteri di *Coulomb* con l'estensione al caso sismico secondo *Mononobe* e *Okabe*. Il valore di questa viene ricavato non attraverso le note formule che risolvono il problema in forma chiusa, facilmente reperibili in letteratura, ma per mezzo di una procedura iterativa, nota come procedimento *trial-wedge*, che opera ricavando il valore della spinta in base a considerazioni di equilibrio globale sul cuneo di spinta del terreno. Il cuneo di terreno è definito da una superficie interna rettilinea di scorrimento (eventualmente spezzata nel caso di terrapieno multistrato), la cui inclinazione varia in funzione di un angolo alla base del cuneo stesso. Il valore della spinta da applicare sul muro è infine quello massimo tra tutti i valori ottenuti al variare dell'angolo alla base del cuneo, nel caso di spinta attiva, oppure il minimo, nel caso di spinta passiva. Le caratteristiche di funzionamento di questo algoritmo sono riportate nel manuale d'uso del programma e nella relazione generale di calcolo che accompagna i tabulati di output di ciascun calcolo.

Per testare la validità del software, relativamente alla procedura di calcolo della spinta del terreno, si sono effettuati dei test su alcuni casi riguardanti diverse casistiche ricorrenti, confrontando i risultati ottenuti dal programma con quelli ricavati in base alle formule di uso comune per la spinta attiva, passiva e a riposo. Si è adottata, come riferimento per le azioni sismiche, la normativa 2008 e i valori delle caratteristiche geotecniche del terreno sono stati utilizzati senza coefficienti parziali riduttivi (condizione di tipo M1). Si è proceduto trascurando l'eventuale effetto della coesione.

Per ricavare i coefficienti di spinta con cui successivamente calcolare i valori delle spinte del terreno, da confrontare con quelle fornite dal programma di calcolo, si sono utilizzate le seguenti formule.

I valori risultanti sono riferiti ad 1 metro di sviluppo di muro.

Per stati di spinta attiva:

$$\beta \leq \phi - \theta: \quad K_a = \frac{\text{sen}^2 (\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \text{sen}^2 \psi \text{sen} (\psi - \theta - \delta) \left( 1 + \text{RAD} \frac{\text{sen} (\phi + \delta) \text{sen} (\phi - \beta - \theta)}{\text{sen} (\psi - \theta - \delta) \text{sen} (\psi + \beta)} \right)^2}$$

$$\beta > \phi - \theta: \quad K_a = \frac{\text{sen}^2 (\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \text{sen}^2 \psi \text{sen} (\psi - \theta - \delta)}$$

Per stati di spinta passiva (assumendo angolo di attrito nullo tra terreno e muro e paramento verticale):

$$K_p = \frac{\text{sen}^2 (\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \text{sen}^2 \psi \text{sen} (\psi + \theta) \left( 1 - \text{RAD} \frac{\text{sen} \phi \text{sen} (\phi + \beta - \theta)}{\text{sen} (\psi + \beta) \text{sen} (\psi + \theta)} \right)^2}$$

Per stati di spinta a riposo si è usata per il confronto la seguente formula semplificata di uso corrente, mediamente consigliata su diversi testi:

$$K_0 = 0,95 - \text{sen} \phi$$

Nelle precedenti equazioni vengono usate le seguenti notazioni:

$K_a$	coefficiente di spinta attiva
$K_p$	coefficiente di spinta passiva
$K_0$	coefficiente di spinta a riposo
$\psi$	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete del muro;
$\beta$	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno;
$\phi$	valore caratteristico dell'angolo di attrito interno del terreno in condizioni di sforzo efficace;
$\delta$	valore caratteristico dell'angolo di attrito tra terreno e muro;
$\theta$	angolo convenzionale funzione dell'accelerazione sismica, tale che:

$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

**Test di verifica n°1**

Spinta attiva in assenza di sisma con terrapieno ad estradosso inclinato e paramento verticale, in presenza di falda ma in assenza di moti di filtrazione.

Altezza del terrapieno:	$h = 6,00 \text{ m}$
Livello di falda dalla base del muro:	$h_f = 2,00 \text{ m}$
Inclinazione del terreno:	$\beta = 10^\circ$
Inclinazione del paramento:	$\psi = 90^\circ$
Angolo di attrito interno del terreno:	$\phi = 25^\circ$
Angolo di attrito terreno-muro:	$\delta = 15^\circ$
Peso specifico del terreno:	$\gamma_T = 18,00 \text{ kN/mc}$
Peso specifico efficace:	$\gamma_e = 8,00 \text{ kN/mc}$
Peso specifico dell'acqua:	$\gamma_w = 10,00 \text{ kN/mc}$

Il valore della spinta risultante può essere calcolato in base alla seguente espressione:

$$S = \frac{1}{2} \gamma_T h^2 K_a - \frac{1}{2} (\gamma_T - \gamma_e) h_f^2 K_a + \frac{1}{2} \gamma_w h_f^2$$

Sviluppando il calcolo in base alle formule indicate si ottengono i seguenti risultati:

$$K_a = 0,422797$$

$$S = 128,53 + 20,00 \text{ kN/m}$$

A ciò bisogna aggiungere il fatto che il peso proprio del terreno, per le spinte da monte e le combinazioni statiche, va moltiplicato per un coefficiente pari a 1,3.

$$S = 167,09 + 20,00 \text{ kN/m}$$

In output dal programma di calcolo *CDWWin* si ottiene il seguente risultato:

$$S_{CDW} = 168,76 + 20,00 \text{ kN/m}$$

**ERRORE PERCENTUALE : +1,00%**

**Test di verifica n°2**

Spinta attiva in presenza di sisma con terrapieno ad estradosso rettilineo orizzontale e paramento inclinato e sovraccarico uniformemente distribuito sul terrapieno.

Altezza del terrapieno:	$h = 6,00 \text{ m}$
Coefficiente sismico orizzontale:	$k_h = 0,0673 \text{ a}_g/g$
Coefficiente sismico verticale:	$k_v = 0,0336 \text{ a}_g/g$
Inclinazione del paramento:	$\psi = 75^\circ$
Angolo di attrito interno del terreno:	$\phi = 25^\circ$
Angolo di attrito terreno-muro:	$\delta = 15^\circ$
Peso specifico del terreno:	$\gamma_T = 18,00 \text{ kN/mc}$
Sovraccarico distribuito:	$q = 5,00 \text{ kN/mq}$

I valori delle accelerazioni sismiche derivano dalle coordinate geografiche 15,00 longitudine Est e 38,00 latitudine Nord, cui corrisponde una accelerazione sismica orizzontale di progetto allo S.L.V. pari 0,199  $a_g/g$ . L'accelerazione al sito si ottiene moltiplicando tale valore per il coefficiente topografico, in questo caso posto pari ad 1, e per il coefficiente stratigrafico, in questo caso pari a 1,409786, trattandosi di terreno di tipo C. Infine per l'applicazione dell'azione sismica sul manufatto, tale accelerazione sismica di progetto va moltiplicata per il coefficiente  $\beta$ , pari in questo caso a 0,24. Da questi dati si ricava il valore utilizzato per il calcolo di  $k_h = 0,06733 \text{ a}_g/g$  e al valore  $k_v = 0,03366 \text{ a}_g/g$ , pari alla metà del precedente.

Il valore della spinta risultante può essere calcolato in base alla seguente espressione:

$$S = \frac{1}{2} \gamma_T (1 + k_v) h^2 K_{as} + q (1 + k_v) h K_{as}$$

Sviluppando il calcolo in base alle formule indicate si ottengono i seguenti risultati:

$$\begin{aligned} \theta &= 3,7268^\circ \quad (\text{valore assunto per } k_v \text{ positiva, in quanto situazione più gravosa}) \\ K_{as} &= 0,538932 \\ S &= 197,19 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

In output dal programma di calcolo *CDWWin* si ottiene il seguente risultato:

$$S_{CDW} = 197,18 \text{ kN/m}$$

**ERRORE PERCENTUALE : -0,00%**

**Test di verifica n°3**

Spinta a riposo con terrapieno ad estradosso rettilineo orizzontale e paramento verticale.

Altezza del terrapieno:	$h = 6,00 \text{ m}$
Angolo di attrito interno del terreno:	$\phi = 25^\circ$
Angolo di attrito terreno-muro:	$\delta = 15^\circ$
Peso specifico del terreno:	$\gamma_T = 18,00 \text{ kN/mc}$

Il valore della spinta risultante può essere calcolato in base alla seguente espressione:

$$S = \frac{1}{2} \gamma_T h^2 K_0$$

Sviluppando il calcolo in base alle formule indicate si ottengono i seguenti risultati:

$$K_0 = 0,527381$$

$$S = 170,87 \text{ kN/m}$$

Anche in questo caso bisogna aggiungere il fatto che il peso proprio del terreno va moltiplicato per un coefficiente pari a 1,3.

$$S = 222,13 \text{ kN/m}$$

In output dal programma di calcolo *CDWWin* si ottiene il seguente risultato:

$$S_{CDW} = 221,33 \text{ kN/m}$$

**ERRORE PERCENTUALE : -0,6%**

**Test di verifica n°4**

Spinta passiva con terrapieno ad estradosso rettilineo orizzontale e paramento verticale.

Altezza del terrapieno:	$h = 1,00 \text{ m}$
Angolo di attrito interno del terreno:	$\phi = 25^\circ$
Angolo di attrito terreno-muro:	$\delta = 0^\circ$
Peso specifico del terreno:	$\gamma_T = 18,00 \text{ kN/mc}$

Il valore della spinta risultante può essere calcolato in base alla seguente espressione:

$$S = \frac{1}{2} \gamma_T h^2 K_p$$

Sviluppando il calcolo in base alle formule indicate si ottengono i seguenti risultati:

$$K_p = 2,463912$$

$$S = 22,17 \text{ kN/m}$$

In output dal programma di calcolo *CDWWin* si ottiene il seguente risultato:

$$S_{CDW} = 22,17 \text{ kN/m}$$

**ERRORE PERCENTUALE : 0,00%**