

# ANAS S.p.A.

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

## PA 12/09

### CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

### S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

### AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

### Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

## PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



### OPERE D'ARTE MINORI MURI IN C.A.

### MU.14 - Muro di controripa in opera 230,00 mt - da 2+470.000 a 2+700.000 - Relazioni di calcolo

**Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001**

**Codice Elaborato:**

**PA12\_09 - E 0 2 4 T R 2 0 1 M U 1 4 6 C L 0 7 0 A** Scale: -

F									
E									
D									
C									
B									
A	Aprile 2011	EMISSIONE					M. LITI	P. PAGLINI	
REV.	DATA	DESCRIZIONE			REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO	

Responsabile del procedimento: Ing. MAURIZIO ARAMINI

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:



Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza  
in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



## Sommario

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ</b> .....	<b>1</b>
1.1	PREMESSA .....	1
1.2	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	1
<b>2</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b> .....	<b>4</b>
3.1	CALCESTRUZZI .....	4
3.1.1	<i>Magrone di Fondazione</i> .....	4
3.1.2	<i>Pali di Fondazione</i> .....	5
3.1.3	<i>Cordoli</i> .....	6
3.2	ACCIAIO .....	9
3.2.1	<i>Acciaio d'armatura</i> .....	9
<b>4</b>	<b>PARAMETRI E COEFFICIENTI SISMICI</b> .....	<b>11</b>
4.1	GENERALITÀ .....	11
<b>5</b>	<b>CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI CALCOLO</b> .....	<b>14</b>
5.1	CALCOLO DELLA PROFONDITÀ DI INFSSIONE .....	14
5.2	CALCOLO DELLA SPINTE .....	15
5.2.1	<i>Metodo di Culmann (metodo del cuneo di tentativo)</i> .....	15
5.2.2	<i>Spinta in presenza di falda</i> .....	15
5.2.3	<i>Spinta in presenza di sisma</i> .....	16
5.3	ANALISI AD ELEMENTI FINITI .....	17
5.3.1	<i>Schematizzazione del terreno</i> .....	17
5.3.2	<i>Modalità di analisi e comportamento elasto-plastico del terreno</i> .....	18
5.3.3	<i>Analisi per fasi di scavo</i> .....	19
5.4	VERIFICA ALLA STABILITÀ GLOBALE .....	19
<b>6</b>	<b>TABULATI DI CALCOLO DELL'OPERA</b> .....	<b>20</b>
6.1	TABULATI PARATIA DI PALI TIPO "A4" .....	20

## 1 GENERALITÀ

### 1.1 Premessa

La presente relazione tecnica illustrativa e di calcolo è relativa al progetto esecutivo delle opere d'arte strutturali minori da realizzarsi nell'ambito dei lavori di ammodernamento e adeguamento alla cat. B del D.M. 05.11.2001, dal km 44+000 alla svincolo con l'A19 dell'Itinerario Agrigento - Caltanissetta – A19 S.S. N°640 "di Porto Empedocle".

Nella presente relazione sono riportate le verifiche relative all'opera di sostegno identificata come MP14 posta tra le progressive 2+470.000km e 2+700.000km.

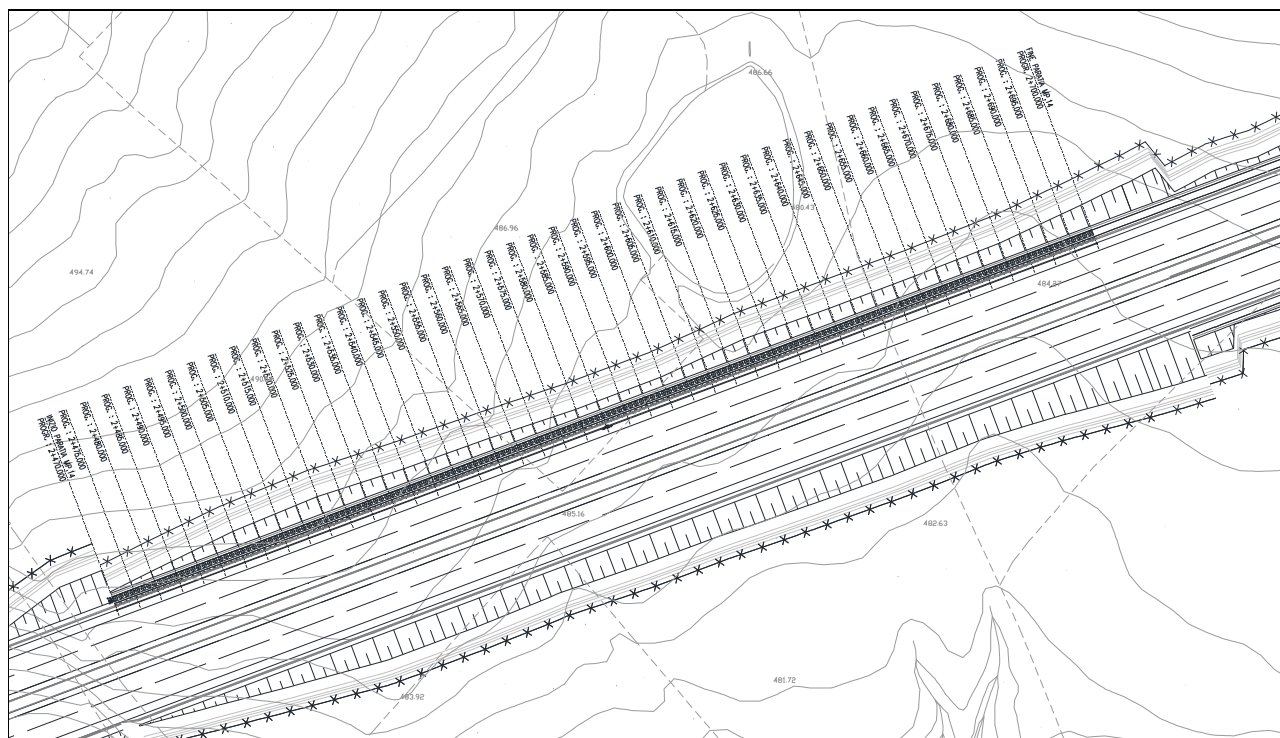


Figura 1.1. Stralcio Planimetrico

### 1.2 Descrizione dell'Opera

La struttura in esame è una paratia in pali di grosso diametro ( $\varnothing$  1000 mm) con interasse di 1.30 m e sormontati da un cordolo in c.a. avente sezione 120x120 cm.

Tale opera di sostegno è articolata in un unico tratto come di seguito riportato in tabella.

Tabella 1.1. Andamento Tratti

TRATTO	-	1
Ø - DIAMETRO PERFORAZIONE PALI	[mm]	1000
i - INTERASSE PALI	[m]	1.30
Hp - PROFONDITA' PERFORAZIONE PALI	[m]	14.20
Hinf - PROFONDITA' D'INFISSIONE MINIMA	[m]	8.70
N° - NUMERO PALI PER TRATTO	-	177
BxH - SEZIONE TRAVE DI COLLEGAMENTO	[cmxcm]	120X120

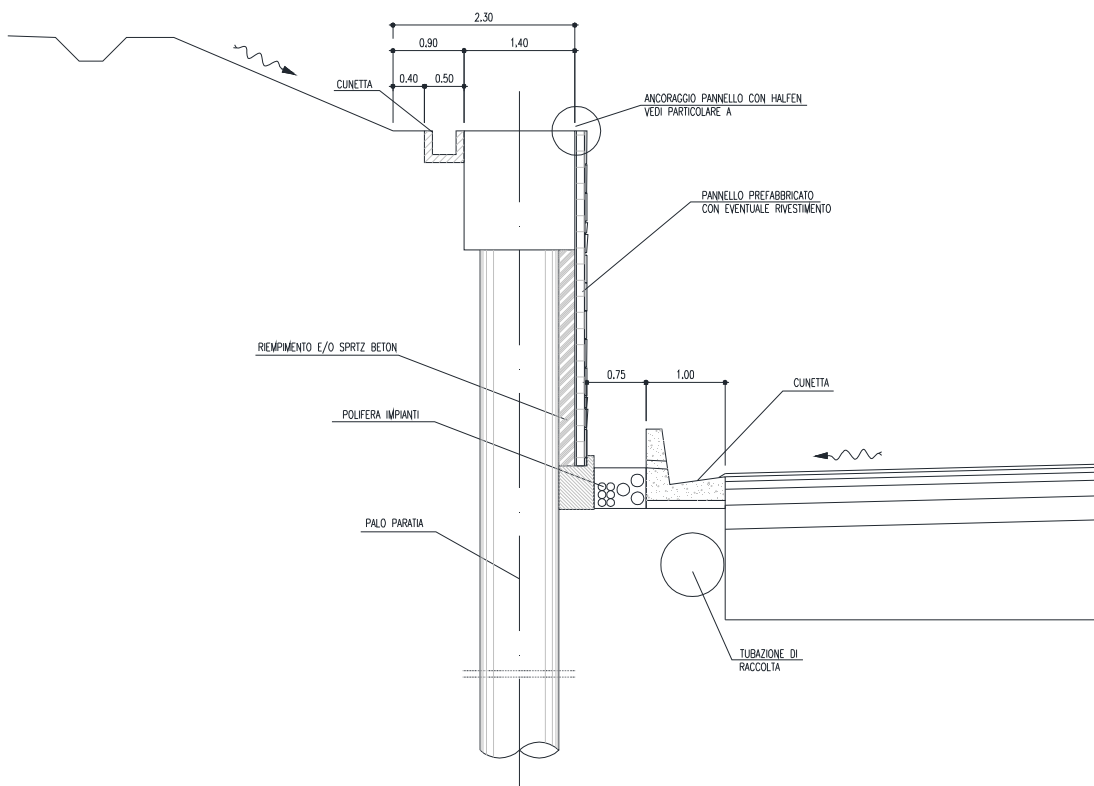


Figura 1.2. Sezione Tipologica

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

**[1] Legge nr. 1086 del 05/11/1971.**

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

**[2] Legge nr. 64 del 02/02/1974.**

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

**[3] D.M. LL.PP. del 11/03/1988.**

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

**[4] D.M. LL.PP. del 14/02/1992.**

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

**[5] D.M. 9 Gennaio 1996**

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

**[6] D.M. 16 Gennaio 1996**

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'.

**[7] D.M. 16 Gennaio 1996**

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

**[8] Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.**

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.

**[9] Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.**

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.

**[10] D.M. 14 Gennaio 2008**

Norme Tecniche per le Costruzioni 2008

**[11] Circolare 617 del 02/02/2009**

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### 3.1 Calcestruzzi

##### Legami Costitutivi

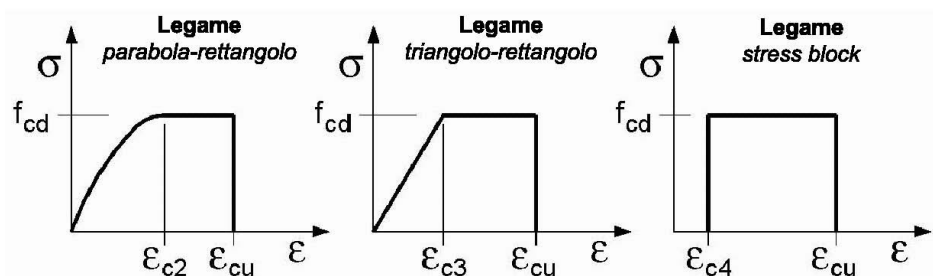
Per classi di resistenza pari o inferiori a C50/60

$$\epsilon_{c2} = 0.200\%$$

$$\epsilon_{c3} = 0.175\%$$

$$\epsilon_{c4} = 0.070\%$$

$$\epsilon_{cu} = 0.350\%$$



#### 3.1.1 Magrone di Fondazione

##### Caratteristiche Generali

cl-res =	C12\15	Classe di Resistenza
cl-esp =	X0	Classe di Esposizione
Cond. Ambientale =	Ordinarie	Condizioni Ambientali
Cemento =		Tipo di Cemento
Dosaggio =	kg/mc	Dosaggio del Cemento
Rapporto A/C =		Rapporto acqua / cemento
Cl max =	%	Contenuto massimo di cloruri
aggr max =	mm	Dimensione nominale massima degli Aggregati
res gelo =		Inerti resistenti al Gelo
Cons =	S1 - Umida	Consistenza
c =	mm	Copriferro minimo
r =	mm	Ricoprimento minimo

### 3.1.2 Pali di Fondazione

#### Caratteristiche Generali

cl-res =	C28\35		Classe di Resistenza
cl-esp =	XA1		Classe di Esposizione
Cond. Ambientale =	Aggressive		Condizioni Ambientali
Cemento =			Tipo di Cemento
Dosaggio =		kg/mc	Dosaggio del Cemento
Rapporto A/C =	0.5		Rapporto acqua / cemento
Cl max =		%	Contenuto massimo di cloruri
aggr max =	30	mm	Dimensione nominale massima degli Aggregati
res gelo =			Inerti resistenti al Gelo
Cons =	S3 - Semifluida		Consistenza
c =	50	mm	Copriferro minimo
r =	60	mm	Ricoprimento minimo

#### Valori Caratteristici

$R_{ck}$ =	35	MPa	Resistenza caratteristica cubica a compressione
$f_{ck}$ =	29.05	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica a compressione
$f_{ctk,5\%}$ =	1.98	MPa	Resistenza caratteristica a trazione semplice - frattile 5%
$f_{ctk,95\%}$ =	3.69	MPa	Resistenza caratteristica a trazione semplice - frattile 95%
$f_{cfk,5\%}$ =	2.38	MPa	Resistenza caratteristica a trazione per flessione - frattile 5%
$f_{cfk,95\%}$ =	4.42	MPa	Resistenza caratteristica a trazione per flessione - frattile 95%

#### Valori Medi

$f_{cm}$ =	37.05	MPa	Resistenza media cilindrica a compressione
$f_{ctm}$ =	2.83	MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{cfm}$ =	3.402	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$E_{cm}$ =	32588.1078	MPa	Modulo Elastico

#### Resistenze di Calcolo – SLU

$\gamma_c$ =	1.5		Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo
$\alpha_c$ =	0.85		Coefficiente per i carichi di lunga durata

#### Resistenza di calcolo a compressione

$f_{cd}$ =	16.46	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione
$f_{cd,sp<50}$ =	13.17	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm

#### Resistenza di calcolo a trazione

$f_{ctd}$ =	1.32	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione semplice
$f_{ctd,sp<50}$ =	1.06	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione semplice ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm
$f_{ctd}$ =	1.59	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione pre flessione
$f_{ctd,sp<50}$ =	1.27	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione per flessione ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm

**Resistenze di Calcolo - Azioni Eccezionali**

$\gamma_c =$	1.00		Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo
$\alpha_c =$	0.85		Coefficiente per i carichi di lunga durata

**Resistenza di calcolo a compressione**

$f_{cd} =$	24.69	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione
$f_{cd.sp<50} =$	19.75	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione ridotta per elementi piani con $S_p < 50$ mm

**Resistenza di calcolo a trazione**

$f_{ctd} =$	1.98	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione semplice
$f_{ctd.sp<50} =$	1.59	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione semplice ridotta per elementi piani con $S_p < 50$ mm
$f_{ctd} =$	2.38	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione pre flessione
$f_{ctd.sp<50} =$	1.91	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione per flessione ridotta per elementi piani con $S_p < 50$ mm

**Resistenze di Calcolo - SLE**

$\sigma_c =$	17.43	MPa	tens. max calcestruzzo - combinazione rara
$\sigma_c =$	13.0725	MPa	tens. max calcestruzzo - combinazione quasi permanente

**Tensioni Ammissibili**

$R_{ck} =$	35		Resistenza caratteristica cubica a compressione
$E_c =$	33722	MPa	Modulo Elastico
$\gamma_c =$	25	kN/m <sup>3</sup>	Peso Specifico
$f_{cd} =$	18.15625	MPa	Tensione di Snervamento
$\sigma_{amm c} =$	11.0	MPa	Tensione Ammissibile
$\tau_{c0} =$	0.667	MPa	t in assenza armatura a taglio
$\tau_{c1} =$	1.971	MPa	t in presenza di armatura a taglio
$n =$	15		Coff. Omogenizzazione

**3.1.3 Cordoli**

**Caratteristiche Generali**

cl-res =	C28\35		Classe di Resistenza
cl-esp =	XA2		Classe di Esposizione
Cond. Ambientale =	Ordinarie		Condizioni Ambientali
Cemento =			Tipo di Cemento
Dosaggio =		kg/mc	Dosaggio del Cemento
Rapporto A/C =	0.6		Rapporto acqua / cemento
Cl max =		%	Contenuto massimo di cloruri
aggr max =	30	mm	Dimensione nominale massima degli Aggregati
res gelo =			Inerti resistenti al Gelo
Cons =	S4 - Fluida		Consistenza
c =	40	mm	Copriferro minimo
r =	40	mm	Ricoprimento minimo





**Valori Caratteristici**

$R_{ck} =$	35	MPa	Resistenza caratteristica cubica a compressione
$f_{ck} =$	29.05	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica a compressione
$f_{ctk.5\%} =$	1.98	MPa	Resistenza caratteristica a trazione semplice - frattile 5%
$f_{ctk.95\%} =$	3.69	MPa	Resistenza caratteristica a trazione semplice - frattile 95%
$f_{cfk.5\%} =$	2.38	MPa	Resistenza caratteristica a trazione per flessione - frattile 5%
$f_{cfk.95\%} =$	4.42	MPa	Resistenza caratteristica a trazione per flessione - frattile 95%

**Valori Medi**

$f_{cm} =$	37.05	MPa	Resistenza media cilindrica a compressione
$f_{ctm} =$	2.83	MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{cfm} =$	3.402	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$E_{cm} =$	32588.1078	MPa	Modulo Elastico

**Resistenze di Calcolo - SLU**

$\gamma_c =$	1.5	Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo
$\alpha_c =$	0.85	Coefficiente per i carichi di lunga durata

Resistenza di calcolo a compressione

$f_{cd} =$	16.46	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione
$f_{cd.sp<50} =$	13.17	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm

Resistenza di calcolo a trazione

$f_{ctd} =$	1.32	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione semplice
$f_{ctd.sp<50} =$	1.06	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione semplice ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm
$f_{cfd} =$	1.59	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione pre flessione
$f_{cfd.sp<50} =$	1.27	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione per flessione ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm

**Resistenze di Calcolo - Azioni Eccezionali**

$\gamma_c =$	1.00	Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo
$\alpha_c =$	0.85	Coefficiente per i carichi di lunga durata

Resistenza di calcolo a compressione

$f_{cd} =$	24.69	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione
$f_{cd.sp<50} =$	19.75	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm

Resistenza di calcolo a trazione

$f_{ctd} =$	1.98	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione semplice
$f_{ctd.sp<50} =$	1.59	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione semplice ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm
$f_{cfd} =$	2.38	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione pre flessione
$f_{cfd.sp<50} =$	1.91	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione per flessione ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm

**Resistenze di Calcolo – SLE**

$\sigma_c =$	17.43	MPa	tens. max calcestruzzo - combinazione rara
$\sigma_c =$	13.0725	MPa	tens. max calcestruzzo - combinazione quasi permanente

**Tensioni Ammissibili**

$R_{ck} =$	35		Resistenza caratteristica cubica a compressione
$E_c =$	33722	MPa	Modulo Elastico
$\gamma_c =$	25	kN/m <sup>3</sup>	Peso Specifico
$f_{cd} =$	18.15625	MPa	Tensione di Snervamento
$\sigma_{amm\ c} =$	11.0	MPa	Tensione Ammissibile
$\tau_{c0} =$	0.667	MPa	t in assenza armatura a taglio
$\tau_{c1} =$	1.971	MPa	t in presenza di armatura a taglio
$n =$	15		Coff. Omogenizzazione

**3.2 Acciaio**

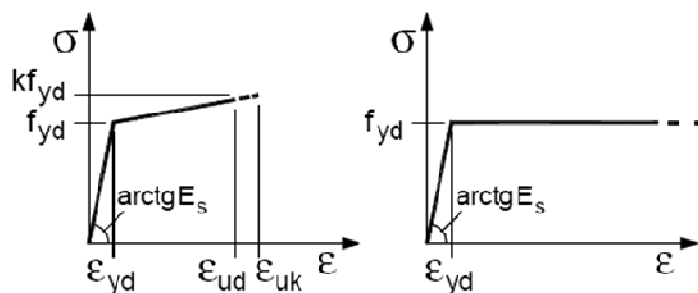
**3.2.1 Acciaio d'armatura**

**Legami Costitutivi**

$$\epsilon_{ud} = 0.9 \epsilon_{uk}$$

$$\epsilon_{uk} = 0.9(A_{gt})_k$$

$$k = (f_t / f_y)_k$$



**Valori Caratteristici**

$f_{y,nom} =$	450	MPa	Valore nominale della tensione di snervamento
$f_{t,nom} =$	540	MPa	Valore nominale della tensione di rottura
$E_s =$	206000	MPa	Modulo Elastico

**Requisiti prescritti**

$f_{yk,5\%} \geq f_{y,nom}$		Valore caratteristici con frattile 5% della tensione di snervamento (da prove su campioni in numero significativo)
$f_{tk,5\%} \geq f_{t,nom}$		Valore caratteristici con frattile 5% della tensione di rottura (da prove su campioni in numero significativo)
$(f_y / f_{y,nom})_{k,10\%} \leq 1.25$		Valore caratteristico con frattile del 10% del rapporto tra la tensione di snervamento effettiva, riscontrata sulla barra, ed il relativo valore nominale
$(f_t / f_y)_{k,10\%} \geq 1.25$ $< 1.35$		Valore caratteristico con frattile del 10% del rapporto tra la tensione di rottura effettiva e la tensione di snervamento
$(A_{gt})_{k,10\%} \geq 7.5 \%$		Valore caratteristico con frattile 10% dell'allungamento al massimo sforzo
$\varnothing < 12 \text{ mm}$	4 $\varnothing$	Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza formazione di cricche:
$12 \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$	5 $\varnothing$	
$16 < \varnothing \leq 25 \text{ mm}$	8 $\varnothing$	

PROGETTO ESECUTIVO

---

25 <  $\phi$  ≤ 40 mm      10  $\phi$

**Resistenze di Calcolo - SLU**

$\gamma_s = 1.15$       *Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio*

$f_{yd} = 391.30$       MPa      *Resistenza di Calcolo a trazione*

$\epsilon_{yd} = 0.190\%$       MPa      *Deformazione a snervamento per trazione*

**Resistenze di Calcolo - SLE**

$\gamma_s = 1.00$       *Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo*

$f_{yd} = 450.00$       MPa      *Resistenza di Calcolo a trazione*

$\epsilon_{yd} = 0.218\%$       *Deformazione a snervamento per trazione*

$\sigma_s = 360.00$       MPa      *Deformazione a snervamento per trazione*

**Tensioni Ammissibili**

*Tipo = Feb44k*

$E_s = 206000$       MPa      *Modulo Elastico*

$\gamma_c = 78.50$       kN/m<sup>3</sup>      *Peso Specifico*

$f_{yk} = 430.00$       MPa      *Tensione caratteristica di snervamento*

$\sigma_{amm s} = 255.00$       MPa      *Tensione Ammissibile*

## 4 PARAMETRI E COEFFICIENTI SISMICI

### 4.1 Generalità

Per il calcolo sismico dell'opera in esame si è fatto riferimento alle indicazioni del NTC 2008 che introducono il concetto di "pericolosità sismica di base" come elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. Tale pericolosità è quella relativa a condizioni ideali di sito con superficie topografica orizzontale e terreno di tipo rigido (Categoria A).

Le indicazioni sulla pericolosità sismica di base dell'intero territorio nazionale è fornita dalla predetta normativa, in termini di:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_o$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- $T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento con maglia di circa 10 km in cui è stato suddiviso l'intero territorio nazionale. Tali parametri sono forniti anche in funzione della di ciascuno dei periodi di ritorno  $T_R$  considerati dalla pericolosità sismica; in particolare:

$T_R = 30; 50; 72; 101; 140; 201; 475; 975$  e  $2475$  anni.

Il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  è ricavabile mediante la relazione:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

dove:

- $V_R$  Vita di riferimento per l'azione sismica
- $P_{V_R}$  Probabilità di superamento nel periodo di riferimento

Nel caso in cui la pericolosità sismica su reticolo di riferimento con contempi il periodo di ritorno  $T_R$  corrispondente alla  $V_R$  e alla  $P_{V_R}$  fissate, il generico parametro caratterizzante la pericolosità sismica di base può essere ricavato mediante interpolazione logaritmica.

La vita di riferimento per l'azione sismica  $V_R$  è funzione della Vita nominale della struttura  $V_N$ , intesa come il numero di anni le quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo cui è destinata; e della classe d'uso  $C_U$  della stessa:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

La probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{V_R}$  è funzione dello stato limite considerato.

PROGETTO ESECUTIVO

Nel caso in esame si è considerato:

Parametro	Valore	Descrizione	Rif. NTC08
Vita Nominale	$V_N = 50$ anni	Grandi Opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	§ 2.4.1
Classe d'uso	$Cl = II$	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.	§ 2.4.2
Coefficiente d'uso	$C_U = 1$		§ 2.4.3
Periodo di Riferimento per l'azione sismica	$V_R = 50$ anni		§ 2.4.3
Smorzamento	$\xi = 5\%$		
Fattore di Struttura Componenti Orizzontali	$q_H = 1.5$		§ 7.3.1
Fattore di Struttura Componenti Verticali	$q_V = 1.0$	Tipo Struttura	Ponte/Viadotto § 7.3.1

Cui corrispondono:

Stato Limite		$P_{VR}$	$T_R$ [anni]	
Stati Limite di Esercizio	SLO	Operatività	81%	30
	SLD	Danno	63%	50
Stati Limite Ultimi	SLV	Salvaguardia della Vita	10%	475
	SLC	Collasso	5%	975

\* per  $TR > 2475$  anni si assume  $TR = 2475$  come previsto dall'Allegato A delle NTC08

In cui si è distinto tra i 4 differenti stati limite introdotti dalla normativa di riferimento, due *Stati Limite di Esercizio*:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

e due *Stati Limite Ultimi*:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

La pericolosità sismica di base così determinata viene poi tramutata in *risposta sismica locale*, mediante degli opportuni coefficienti di amplificazione. Essi apportano delle variazioni così da poter tener conto delle condizioni del sito di ubicazione dell'opera sia in termini di stratigrafia del sottosuolo che di morfologia della superficie.

## 5 CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI CALCOLO

L'opera di sostegno in esame è stata calcolata mediante il software *PAC* prodotto dall'*Aztec Informatica s.r.l.* appositamente concepito per all'analisi ed al calcolo di paratie, palancolate e scavi sbadacchiati.

Possono essere analizzate paratie di pali o micropali, disposti anche su più file, paratie a setti in c.a., paratie con sezione a T, e paratie metalliche a sezione generica. La paratia da analizzare può essere ancorata tramite una o più file di tiranti, attivi o passivi. Per il profilo del terreno, *PAC* consente la definizione per punti con possibilità di inserire sovraccarichi (concentrati e distribuiti) in qualsiasi punto o tratto del profilo. E' possibile stratificare il terreno di monte e di valle. La caratterizzazione del terreno avviene fornendo i valori dei parametri fisici e meccanici più comuni. La falda può essere messa in conto con quote differenti per la zona di monte e quella di valle. Date le caratteristiche del terreno, i sovraccarichi e l'altezza fuori terra della paratia, *PAC* calcola la profondità di infissione necessaria per l'equilibrio alla traslazione ed alla rotazione (problema di Progetto) con i metodi classici (diagramma di spinta attiva, resistenza passiva, contropinta). E' possibile impostare il fattore di sicurezza per il calcolo della profondità di infissione secondo le metodologie suggerite dagli Eurocodici. *PAC*, inoltre, consente di analizzare la paratia con il metodo delle molle equivalenti. La paratia è discretizzata, mediante il metodo degli elementi finiti, in una serie di elementi tipo trave, mentre il terreno viene schematizzato con una serie di molle a comportamento elastoplastico reagenti solo a compressione (problema di Verifica). Questo tipo di analisi presenta il vantaggio, rispetto ai metodi classici, di considerare la paratia con la sua effettiva rigidezza ed è in grado di fornire una soluzione in termini di spostamenti (i metodi classici non sono in grado di fornire informazioni sugli spostamenti). Nel programma *PAC* è possibile selezionare il metodo con cui analizzare la paratia, nella opportuna finestra di opzioni di analisi. Nella fase di Verifica è possibile effettuare l'analisi per fasi di scavo. *PAC* esegue, inoltre, l'analisi di stabilità del pendio nei pressi dell'opera, così come prescrive la Normativa vigente, con il metodo di Fellenius o di Bishop. L'analisi della paratia può essere eseguita sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche. Nel caso di paratie di pali o a setti in c.a., *PAC* esegue il progetto delle armature in funzione delle direttive impostate dall'Utente. La verifica delle sezioni può essere eseguita con il metodo delle Tensioni Ammissibili oppure con il metodo degli Stati Limite Ultimi.

### 5.1 Calcolo della profondità di infissione

Nel caso generale l'equilibrio della paratia è assicurato dal bilanciamento fra la spinta attiva agente da monte sulla parte fuori terra, la resistenza passiva che si sviluppa da valle verso monte nella zona interrata e la contropinta che agisce da monte verso valle nella zona interrata al di sotto del centro di rotazione.

Nel caso di paratia tirantata nell'equilibrio della struttura intervengono gli sforzi dei tiranti (diretti verso monte); in questo caso, se la paratia non è sufficientemente infissa, la contropinta sarà assente.

Pertanto il primo passo da compiere nella progettazione è il calcolo della profondità di infissione necessaria ad assicurare l'equilibrio fra i carichi agenti (spinta attiva, resistenza passiva, contropinta, tiro dei tiranti ed eventuali carichi esterni).

Nel calcolo classico delle paratie si suppone che essa sia infinitamente rigida e che possa subire una rotazione intorno ad un punto (*Centro di rotazione*) posto al di sotto della linea di fondo scavo (per paratie non tirantate).

Occorre pertanto costruire i diagrammi di spinta attiva e di spinta (resistenza) passiva agenti sulla paratia. A partire da questi si costruiscono i diagrammi risultanti.

Nella costruzione dei diagrammi risultanti si adotterà la seguente notazione:

- $K_{am}$  diagramma della spinta attiva agente da monte
- $K_{av}$  diagramma della spinta attiva agente da valle sulla parte interrata
- $K_{pm}$  diagramma della spinta passiva agente da monte
- $K_{pv}$  diagramma della spinta passiva agente da valle sulla parte interrata.

Calcolati i diagrammi suddetti si costruiscono i diagrammi risultanti

$$D_m = K_{pm} - K_{av} \quad \text{e} \quad D_v = K_{pv} - K_{am}$$



Questi diagrammi rappresentano i valori limiti delle pressioni agenti sulla paratia. La soluzione è ricercata per tentativi facendo variare la profondità di infissione e la posizione del centro di rotazione fino a quando non si raggiunge l'equilibrio sia alla traslazione che alla rotazione.

Per mettere in conto un fattore di sicurezza nel calcolo delle profondità di infissione si può agire con tre modalità :

1. applicazione di un coefficiente moltiplicativo alla profondità di infissione strettamente necessaria per l'equilibrio
2. riduzione della spinta passiva tramite un coefficiente di sicurezza
3. riduzione delle caratteristiche del terreno tramite coefficienti di sicurezza su  $\tan(\phi)$  e sulla coesione

## 5.2 Calcolo della spinte

### 5.2.1 Metodo di Culmann (metodo del cuneo di tentativo)

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb: cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea o spezzata (nel caso di terreno stratificato).

La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il valore della spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo).

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio ( $W$ ), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura ( $R$  e  $C$ ) e resistenza per coesione lungo la parete ( $A$ );
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta  $S$  sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima nel caso di spinta attiva e minima nel caso di spinta passiva.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta  $S$  rispetto all'ordinata  $z$ . Noto il diagramma delle pressioni si ricava il punto di applicazione della spinta.

### 5.2.2 Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume efficace

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove  $\gamma_{sat}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  è il peso specifico dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione esercitata dall'acqua.

Il regime di filtrazione della falda può essere *idrostatico* o *idrodinamico*.

Nell'ipotesi di regime idrostatico sia la falda di monte che di valle viene considerata statica, la pressione in un punto a quota  $h$  al di sotto della linea freatica sarà dunque pari a:

$$\gamma_w \cdot h$$

### 5.2.3 Spinta in presenza di sisma

Per la valutazione dell'effetto che il sisma induce nella spinta trasmessa dal terreno alle paratie, il software fa ricorso ad una metodologia di analisi pseudo-statica secondo cui l'azione sismica viene definita mediante un'accelerazione equivalente costante nello spazio e nel tempo. Le componenti orizzontale e verticale  $a_h$  e  $a_v$  dell'accelerazione equivalente vengono ricavate in funzione delle proprietà del moto sismico atteso nel volume di terreno significativo per l'opera. In particolare nel caso delle paratie è possibile trascurare l'accelerazione verticale assumendo  $a_v = 0$ , mentre l'accelerazione orizzontale può essere valutata mediante la relazione:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max}$$

dove:

- $a_h$  componente orizzontale dell'accelerazione sismica
- $k_h$  coefficiente sismico orizzontale
- $g$  costante gravitazionale
- $\alpha$  coefficiente ricavabile in funzione dell'altezza complessiva della paratia e della categoria del sottosuolo tramite il diagramma riportato nella figura 7.11.2 delle NTC 2008
- $\beta$  coefficiente funzione del massimo spostamento  $u_s$  che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza, ricavabile dal diagramma riportato nella figura 7.11.3 delle NTC 2008. Per  $u_s = 0$  si assume  $\beta = 1$ . Deve in ogni caso aversi  $u_s \leq 0.005 \cdot H$ . Inoltre se  $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$  si assume  $k_h = 0.2 \cdot a_{max} / g$
- $a_{max}$  accelerazione di picco valutata mediante analisi della risposta sismica locale mediante la relazione:  $a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$ ; essendo  $S_S$  ed  $S_T$  i coefficienti di amplificazione prima definiti e  $a_g$  l'accelerazione massima attesa su sito di riferimento rigido.

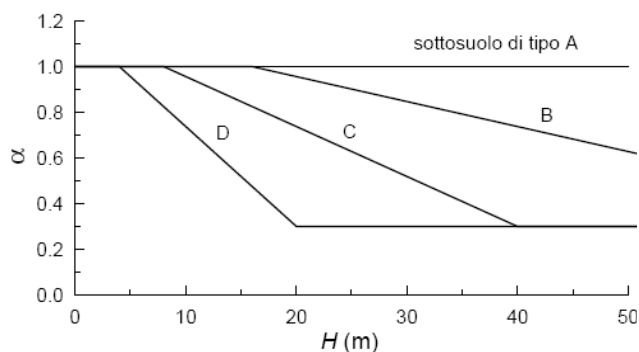


Figura 5.1. Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità  $\alpha$  (Fig. 7.11.2 NTC08)

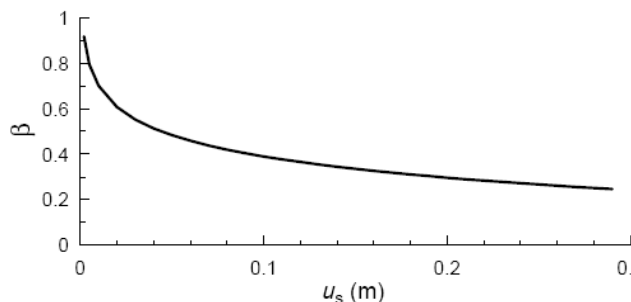


Figura 5.2. Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità  $\alpha$  (Fig. 7.11.2 NTC08)

Di conseguenza per l'analisi strutturale della paratie sotto l'effetto del sisma si sono considerate complessivamente le seguenti azioni:

- $f_{h_{par}}$  forze sismiche orizzontali dovute alla massa delle paratie che emergono dal terreno, considerate come forze uniformemente distribuite lungo le paratie stesse.
- $\Delta\sigma_h$  incremento della spinta del terreno per effetto del sisma calcolato come differenza tra la spinta attiva sismica calcolata mediante il metodo di *Mononobe-Okabe* e la spinta statica.
- $\Delta\sigma_{h-sovr}$  incremento della spinta del sovraccarico per effetto del sisma calcolato come differenza tra la spinta attiva sismica calcolata mediante il metodo di *Mononobe-Okabe* e la spinta statica.

Le forze sismiche relative alle masse strutturali sono state valutate moltiplicando i relativi pesi per i coefficienti di spinta  $k_h$  prima valutati per gli stati limite di danno e di salvaguardia della vita.

Il metodo di **Mononobe-Okabe** (cui fa riferimento la Normativa Italiana) considera nell'equilibrio del cuneo spingente la forza di inerzia dovuta al sisma. Indicando con  $W$  il peso del cuneo e con  $C$  il coefficiente di intensità sismica la forza di inerzia valutata come

$$F_i = W \cdot C$$

Indicando con  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche e con  $S_s$  la spinta totale in condizioni sismiche l'incremento di spinta è ottenuto come

$$DS = S - S_s$$

L'incremento di spinta viene applicato a 1/3 dell'altezza della parete stessa (diagramma triangolare con vertice in alto).

### 5.3 Analisi ad elementi finiti

La paratia è considerata come una struttura a prevalente sviluppo lineare (si fa riferimento ad un metro di larghezza) con comportamento a trave. Come caratteristiche geometriche della sezione si assume il momento d'inerzia  $I$  e l'area  $A$  per metro lineare di larghezza della paratia. Il modulo elastico è quello del materiale utilizzato per la paratia.

La parte fuori terra della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza pari a circa 5 centimetri e più o meno costante per tutti gli elementi. La suddivisione è suggerita anche dalla eventuale presenza di tiranti, carichi e vincoli. Infatti questi elementi devono capitare in corrispondenza di un nodo. Nel caso di tirante è inserito un ulteriore elemento atto a schematizzarlo. Detta  $L$  la lunghezza libera del tirante,  $A_f$  l'area di armatura nel tirante ed  $E_s$  il modulo elastico dell'acciaio è inserito un elemento di lunghezza pari ad  $L$ , area  $A_f$ , inclinazione pari a quella del tirante e modulo elastico  $E_s$ . La parte interrata della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza, come visto sopra, pari a circa 5 centimetri.

I carichi agenti possono essere di tipo distribuito (spinta della terra, diagramma aggiuntivo di carico, spinta della falda, diagramma di spinta sismica) oppure concentrati. I carichi distribuiti sono riportati sempre come carichi concentrati nei nodi (sotto forma di reazioni di incastro perfetto cambiate di segno).

#### 5.3.1 Schematizzazione del terreno

La modellazione del terreno si rifà al classico schema di Winkler. Esso è visto come un letto di molle indipendenti fra di loro reagenti solo a sforzo assiale di compressione. La rigidità della singola molla è legata alla costante di sottofondo orizzontale del terreno (*costante di Winkler*). La costante di sottofondo,  $k$ , è definita come la pressione unitaria che occorre applicare per ottenere uno spostamento unitario. Dimensionalmente è espressa quindi come rapporto fra una pressione ed uno spostamento al cubo  $[F/L^3]$ . È evidente che i risultati sono tanto migliori quanto più è elevato il numero delle molle che schematizzano il terreno. Se ( $m$  è l'interasse fra le molle (in cm) e  $b$  è la larghezza

della paratia in direzione longitudinale ( $b=100$  cm) occorre ricavare l'area equivalente,  $A_m$ , della molla (a cui si assegna una lunghezza pari a 100 cm). Indicato con  $E_m$  il modulo elastico del materiale costituente la paratia (in  $\text{Kg/cm}^2$ ), l'equivalenza, in termini di rigidità, si esprime come

$$A_m = 10000 \cdot \frac{k \cdot \Delta_m}{E_m}$$

Per le molle di estremità, in corrispondenza della linea di fondo scavo ed in corrispondenza dell'estremità inferiore della paratia, si assume una area equivalente dimezzata. Inoltre, tutte le molle hanno, ovviamente, rigidità flessionale e tagliante nulla e sono vincolate all'estremità alla traslazione. Quindi la matrice di rigidità di tutto il sistema paratia-terreno sarà data dall'assemblaggio delle matrici di rigidità degli elementi della paratia (elementi a rigidità flessionale, tagliante ed assiale), delle matrici di rigidità dei tiranti (solo rigidità assiale) e delle molle (rigidità assiale).

### 5.3.2 Modalità di analisi e comportamento elasto-plastico del terreno

A questo punto vediamo come è effettuata l'analisi. Un tipo di analisi molto semplice e veloce sarebbe l'analisi elastica (peraltro disponibile nel programma **PAC**). Ma si intuisce che considerare il terreno con un comportamento infinitamente elastico è una approssimazione alquanto grossolana. Occorre quindi introdurre qualche correttivo che meglio ci aiuti a modellare il terreno. Fra le varie soluzioni possibili una delle più praticabili e che fornisce risultati soddisfacenti è quella di considerare il terreno con comportamento elasto-plastico perfetto. Si assume cioè che la curva sforzi-deformazioni del terreno abbia andamento bilatero. Rimane da scegliere il criterio di plasticizzazione del terreno (molle). Si può fare riferimento ad un criterio di tipo cinematico: la resistenza della molla cresce con la deformazione fino a quando lo spostamento non raggiunge il valore  $X_{max}$ ; una volta superato tale spostamento limite non si ha più incremento di resistenza all'aumentare degli spostamenti. Un altro criterio può essere di tipo statico: si assume che la molla abbia una resistenza crescente fino al raggiungimento di una pressione  $p_{max}$ . Tale pressione  $p_{max}$  può essere imposta pari al valore della pressione passiva in corrispondenza della quota della molla. D'altronde un ulteriore criterio si può ottenere dalla combinazione dei due descritti precedentemente: plasticizzazione o per raggiungimento dello spostamento limite o per raggiungimento della pressione passiva. Dal punto di vista strettamente numerico è chiaro che l'introduzione di criteri di plasticizzazione porta ad analisi di tipo non lineare (non linearità meccaniche). Questo comporta un aggravio computazionale non indifferente. L'entità di tale aggravio dipende poi dalla particolare tecnica adottata per la soluzione. Nel caso di analisi elastica lineare il problema si risolve immediatamente con la soluzione del sistema fondamentale ( $K$  matrice di rigidità,  $u$  vettore degli spostamenti nodali,  $p$  vettore dei carichi nodali)

$$K \cdot u = p$$

Un sistema non lineare, invece, deve essere risolto mediante un'analisi al passo per tener conto della plasticizzazione delle molle. Quindi si procede per passi di carico, a partire da un carico iniziale  $p_0$ , fino a raggiungere il carico totale  $p$ . Ogni volta che si incrementa il carico si controllano eventuali plasticizzazioni delle molle. Se si hanno nuove plasticizzazioni la matrice globale andrà riassembleta escludendo il contributo delle molle plasticizzate. Il procedimento descritto se fosse applicato in questo modo sarebbe particolarmente gravoso (la fase di decomposizione della matrice di rigidità è particolarmente onerosa). Si ricorre pertanto a soluzioni più sofisticate che escludono il riassembleggio e la decomposizione della matrice, ma usano la matrice elastica iniziale (*metodo di Riks*).

Senza addentrarci troppo nei dettagli diremo che si tratta di un metodo di Newton-Raphson modificato e ottimizzato. L'analisi condotta secondo questa tecnica offre dei vantaggi immediati. Essa restituisce l'effettiva deformazione della paratia e le relative sollecitazioni; dà informazioni dettagliate circa la deformazione e la pressione sul terreno. Infatti la deformazione è direttamente leggibile, mentre la pressione sarà data dallo sforzo nella molla diviso per l'area di influenza della molla stessa. Sappiamo quindi quale è la zona di terreno effettivamente plasticizzato. Inoltre dalle deformazioni ci si può rendere conto di un possibile meccanismo di rottura del terreno.

### 5.3.3 Analisi per fasi di scavo

L'analisi della paratia per fasi di scavo consente di ottenere informazioni dettagliate sullo stato di sollecitazione e deformazione dell'opera durante la fase di realizzazione. In ogni fase lo stato di sollecitazione e di deformazione dipende dalla "storia" dello scavo (soprattutto nel caso di paratie tirantate o vincolate).

Definite le varie altezze di scavo (in funzione della posizione di tiranti, vincoli, o altro) si procede per ogni fase al calcolo delle spinte inserendo gli elementi (tiranti, vincoli o carichi) attivi per quella fase, tenendo conto delle deformazioni dello stato precedente. Ad esempio, se sono presenti dei tiranti passivi si inserirà nell'analisi della fase la 'molla' che lo rappresenta. Indicando con  $u$  ed  $u_0$  gli spostamenti nella fase attuale e nella fase precedente, con  $s$  ed  $s_0$  gli sforzi nella fase attuale e nella fase precedente e con  $K$  la matrice di rigidità della 'struttura' la relazione sforzi-deformazione è esprimibile nella forma

$$s = s_0 + K \cdot (u - u_0)$$

In sostanza analizzare la paratia per fasi di scavo oppure "direttamente" porta a risultati abbastanza diversi sia per quanto riguarda lo stato di deformazione e sollecitazione dell'opera sia per quanto riguarda il tiro dei tiranti.

### 5.4 Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso paratia+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a 1.3.

È usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento è supposta circolare.

In particolare il programma esamina, per un dato centro 3 cerchi differenti: un cerchio passante per la linea di fondo scavo, un cerchio passante per il piede della paratia ed un cerchio passante per il punto medio della parte interrata. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 6x6 posta in prossimità della sommità della paratia. Il numero di strisce è pari a 50.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ \frac{c_i \cdot b_i}{\cos \alpha_i} + (W_i \cdot \cos \alpha_i - u_i) \tan \phi_i \right]}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot \sin \alpha_i}$$

dove  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima e  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

Inoltre  $u_i$  ed  $l_i$  rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia

$$(l_i = b_i / \cos \alpha_i).$$

Quindi, assunto un cerchio di tentativo si suddivide in  $n$  strisce e dalla formula precedente si ricava  $\eta$ . Questo procedimento è eseguito per il numero di centri prefissato e è assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

## 6 TABULATI DI CALCOLO DELL'OPERA

### 6.1 Tabulati Paratia di pali tipo "A4"

#### Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di pali tipo "A4"**

Altezza fuori terra	5.00	[m]
Profondità di infissione	7.70	[m]
Altezza totale della paratia	12.70	[m]
Lunghezza paratia	13.00	[m]
Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	1.30	[m]
Diametro dei pali	100.00	[cm]
Numero totale di pali	10	
Numero di pali per metro lineare	0.77	

#### Geometria cordoli

##### Simbologia adottata

n° numero d'ordine del cordolo  
 Y posizione del cordolo sull'asse della paratia espresso in [m]

##### Cordoli in calcestruzzo

B Base della sezione del cordolo espresso in [cm]  
 H Altezza della sezione del cordolo espresso in [cm]

##### Cordoli in acciaio

A Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [cmq]  
 W Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm<sup>3</sup>]

n°	Y	Tipo	B	H	A	W
1	0.00	Calcestruzzo	120.00	120.00	--	--

#### Geometria profilo terreno

##### Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa alla paratia, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto  
 X ascissa del punto espressa in [m]  
 Y ordinata del punto espressa in [m]  
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

#### Profilo di monte

N	X	Y	A
2	1.55	0.00	0.00
3	8.05	4.50	34.70
4	53.05	4.50	0.00

#### Profilo di valle

N	X	Y	A
1	-10.00	-5.00	0.00
2	0.00	-5.00	0.00

#### Descrizione terreni

##### Simbologia adottata

n° numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia  
 Descrizione Descrizione del terreno  
 $\gamma$  peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]  
 $\gamma_s$  peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]  
 $\phi$  angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]

PROGETTO ESECUTIVO

$\delta$  angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]  
 c coesione del terreno espressa in [kg/cmq]

n°	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c
1	G5_AL1	1800.00	1900.00	17.40	11.60	0.100
2	G5_AL2	1880.00	1980.00	21.00	14.00	0.240
3	GA5_AL3	1920.00	2020.00	16.90	11.27	0.340

Descrizione stratigrafia

*Simbologia adottata*

n° numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia  
 sp spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]  
 kw costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 $\alpha$  inclinazione dello strato espressa in GRADI(°)  
 Terreno Terreno associato allo strato

n°	sp	$\alpha$	kw	Terreno
1	2.50	0.00	0.48	G5_AL1
2	8.00	0.00	2.00	G5_AL2
3	30.00	0.00	5.04	GA5_AL3

Caratteristiche materiali utilizzati

**Calcestruzzo**

Peso specifico 2500 [kg/mc]  
 Classe di Resistenza C28/35  
 Resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck}$  357 [kg/cmq]  
 Tensione ammissibile a compressione  $\sigma_c$  112 [kg/cmq]  
 Tensione tangenziale ammissibile  $\tau_{c0}$  6.8 [kg/cmq]  
 Tensione tangenziale ammissibile  $\tau_{c1}$  19.9 [kg/cmq]

**Acciaio**

Tipo B450C  
 Tensione ammissibile  $\sigma_{ta}$  4589 [kg/cmq]  
 Tensione di snervamento  $f_{yk}$  4589 [kg/cmq]

**Caratteristiche acciaio cordoli in c.a.**

Tipo B450C  
 Tensione ammissibile  $\sigma_{ta}$  4589 [kg/cmq]  
 Tensione di snervamento  $f_{yk}$  4589 [kg/cmq]

Condizioni di carico

*Simbologia e convenzioni adottate*

Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia  
 Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia  
 $F_x$  Forza orizzontale espressa in [kg], positiva da monte verso valle  
 $F_y$  Forza verticale espressa in [kg], positiva verso il basso  
 M Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante  
 $Q_i, Q_r$  Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]  
 $V_i, V_s$  Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kg/mq], positivi da monte verso valle  
 R Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

Condizione n° 1

Carico distribuito sul profilo  $X_l = 8.05$   $X_r = 53.05$   $Q_l = 500$   $Q_r = 500$

Combinazioni di carico

**PROGETTO ESECUTIVO**

Nella tabella sono riportate le condizioni di carico di ogni combinazione con il relativo coefficiente di partecipazione.

Combinazione n° 1 [DA1 - A1M1]

Spinta terreno

Combinazione n° 2 [DA1- A2M2]

Spinta terreno

Combinazione n° 3 [DA1 - A1M1]

Spinta terreno

Condizione 1 (Condizione 1) x 1.00

Combinazione n° 4 [DA1- A2M2]

Spinta terreno

Condizione 1 (Condizione 1) x 1.00

Combinazione n° 5 [DA1 - A1M1]

Spinta terreno

Condizione 1 (Condizione 1 / sisma V+) x 1.00

Combinazione n° 6 [DA1- A2M2]

Spinta terreno

Condizione 1 (Condizione 1 / sisma V+) x 1.00

Combinazione n° 7

Spinta terreno

Condizione 1 (Condizione 1) x 1.00

Combinazione n° 8

Spinta terreno

Condizione 1 (Condizione 1) x 1.00

Combinazione n° 9

Spinta terreno

Condizione 1 (Condizione 1) x 1.00

Combinazione n° 10

Spinta terreno

Condizione 1 (Condizione 1 / sisma V+) x 1.00

Combinazione n° 11

Spinta terreno

Condizione 1 (Condizione 1 / sisma V+) x 1.00

Combinazione n° 12

Spinta terreno

Condizione 1 (Condizione 1 / sisma V+) x 1.00

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

**Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$		1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_c$		1.00	1.25



PROGETTO ESECUTIVO

Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00

**Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$		1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_c$		1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$		1.00	1.00

Verifica materiali : Stato Limite Ultimo

Impostazioni di analisi

**Analisi per Combinazioni di Carico.**

Rottura del terreno Pressione passiva

Influenza  $\delta$  (angolo di attrito terreno-paratia)

Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva  $K_a$  e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)

Stabilità globale

Metodo di Fellenius

Impostazioni analisi sismica

**Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo [m/s <sup>2</sup> ]	0.637
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale $F_0$	2.616
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante $T_c^*$	0.425
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.200
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.200
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo ( $\alpha$ )	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza $U_s$ [m]	0.050
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo ( $\beta$ )	0.480

Coefficiente di intensità sismica (percento) 4.488

**Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo [m/s <sup>2</sup> ]	0.295
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale $F_0$	2.500
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante $T_c^*$	0.252
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.200
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.200
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo ( $\alpha$ )	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza $U_s$ [m]	0.050
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo ( $\beta$ )	0.480

Coefficiente di intensità sismica (percento) 2.079

PROGETTO ESECUTIVO

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)

0.00

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

Analisi della spinta

**Pressioni terreno**

*Simbologia adottata*

Sono riportati i valori delle pressioni in corrispondenza delle sezioni di calcolo

Y ordinata rispetto alla testa della paratia espressa in [m] e positiva verso il basso.

Le pressioni sono tutte espresse in [kg/mq]

$\sigma_{am}$  sigma attiva da monte

$\sigma_{av}$  sigma attiva da valle

$\sigma_{pm}$  sigma passiva da monte

$\sigma_{pv}$  sigma passiva da valle

$\delta_a$  inclinazione spinta attiva espressa in [°]

$\delta_p$  inclinazione spinta passiva espressa in [°]

**Combinazione nr. 1**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0.00	0	0	2695	0	11.6	0.0
11	1.00	0	0	7059	0	11.6	0.0
21	2.00	935	0	17689	0	11.6	0.0
31	2.80	0	0	34447	0	14.0	0.0
41	3.80	4251	0	46638	0	14.0	0.0
51	4.80	5535	0	58847	0	14.0	0.0
61	5.80	6743	0	71229	11123	14.0	0.0
71	6.80	7898	0	68064	16297	14.0	0.0
81	7.80	9016	0	71649	21471	14.0	0.0
91	8.80	10107	946	76216	26646	14.0	0.0
101	9.80	11177	1966	81033	31820	14.0	0.0
111	10.60	12678	2215	77617	34110	11.3	0.0
121	11.60	13949	3432	81923	38629	11.3	0.0
131	12.60	15263	4657	86077	43171	11.3	0.0

**Combinazione nr. 2**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0.00	0	0	2030	0	9.3	0.0
11	1.00	0	0	5007	0	9.3	0.0
21	2.00	830	0	11493	0	9.3	0.0
31	2.80	2460	0	22133	0	11.3	0.0
41	3.80	3954	0	29496	0	11.3	0.0
51	4.80	5084	0	36815	0	11.3	0.0
61	5.80	6153	0	44220	7950	11.3	0.0
71	6.80	7180	0	51608	11393	11.3	0.0
81	7.80	8177	0	49389	14835	11.3	0.0
91	8.80	9152	938	51851	18278	11.3	0.0
101	9.80	10111	1854	54859	21720	11.3	0.0
111	10.60	11209	2016	53868	23981	9.1	0.0
121	11.60	12342	3081	56730	27073	9.1	0.0
131	12.60	13484	4154	59577	30181	9.1	0.0

**Combinazione nr. 3**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0.00	0	0	2695	0	11.6	0.0
11	1.00	0	0	7059	0	11.6	0.0
21	2.00	935	0	17689	0	11.6	0.0
31	2.80	0	0	34447	0	14.0	0.0
41	3.80	4402	0	46638	0	14.0	0.0
51	4.80	5705	0	58847	0	14.0	0.0
61	5.80	6930	0	71229	11123	14.0	0.0

PROGETTO ESECUTIVO

71	6.80	8100	0	70821	16297	14.0	0.0
81	7.80	9230	0	73678	21471	14.0	0.0
91	8.80	10331	946	77953	26646	14.0	0.0
101	9.80	11411	1966	82801	31820	14.0	0.0
111	10.60	12936	2215	79141	34110	11.3	0.0
121	11.60	14214	3432	83392	38629	11.3	0.0
131	12.60	15529	4657	87513	43171	11.3	0.0

**Combinazione nr. 4**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0.00	0	0	2030	0	9.3	0.0
11	1.00	0	0	5007	0	9.3	0.0
21	2.00	830	0	11493	0	9.3	0.0
31	2.80	2822	0	22133	0	11.3	0.0
41	3.80	4097	0	29496	0	11.3	0.0
51	4.80	5243	0	36815	0	11.3	0.0
61	5.80	6326	0	44220	7950	11.3	0.0
71	6.80	7365	0	51608	11393	11.3	0.0
81	7.80	8372	0	51270	14835	11.3	0.0
91	8.80	9355	938	53263	18278	11.3	0.0
101	9.80	10321	1854	56068	21720	11.3	0.0
111	10.60	11432	2016	54998	23981	9.1	0.0
121	11.60	12566	3081	57791	27073	9.1	0.0
131	12.60	13716	4154	60597	30181	9.1	0.0

**Combinazione nr. 5**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0.00	0	0	2695	0	11.6	0.0
11	1.00	156	0	6058	0	11.6	0.0
21	2.00	729	0	15253	0	11.6	0.0
31	2.80	438	0	29617	0	14.0	0.0
41	3.80	3324	0	39037	0	14.0	0.0
51	4.80	4488	0	48470	0	14.0	0.0
61	5.80	4681	0	58022	10168	14.0	0.0
71	6.80	5579	0	55159	14148	14.0	0.0
81	7.80	6446	0	57865	18128	14.0	0.0
91	8.80	7290	55	61340	22108	14.0	0.0
101	9.80	8118	837	65120	26088	14.0	0.0
111	10.60	8911	666	62902	28355	11.3	0.0
121	11.60	9886	1599	66193	31832	11.3	0.0
131	12.60	10895	2539	69374	35326	11.3	0.0

**Combinazione nr. 6**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0.00	0	0	2030	0	9.3	0.0
11	1.00	231	0	5007	0	9.3	0.0
21	2.00	1293	0	11493	0	9.3	0.0
31	2.80	3470	0	22133	0	11.3	0.0
41	3.80	4977	0	29496	0	11.3	0.0
51	4.80	6354	0	36815	0	11.3	0.0
61	5.80	6326	0	44220	7950	11.3	0.0
71	6.80	7365	0	51608	11393	11.3	0.0
81	7.80	8372	0	51270	14835	11.3	0.0
91	8.80	9355	938	53263	18278	11.3	0.0
101	9.80	10321	1854	56068	21720	11.3	0.0
111	10.60	11432	2016	54998	23981	9.1	0.0
121	11.60	12566	3081	57791	27073	9.1	0.0
131	12.60	13716	4154	60597	30181	9.1	0.0

**Combinazione nr. 7**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0.00	0	0	2695	0	11.6	0.0
11	1.00	0	0	6058	0	11.6	0.0
21	2.00	416	0	15253	0	11.6	0.0
31	2.80	0	0	29617	0	14.0	0.0
41	3.80	2730	0	39037	0	14.0	0.0
51	4.80	3738	0	48470	0	14.0	0.0

PROGETTO ESECUTIVO

61	5.80	4681	0	58022	10168	14.0	0.0
71	6.80	5579	0	55159	14148	14.0	0.0
81	7.80	6446	0	57865	18128	14.0	0.0
91	8.80	7290	55	61340	22108	14.0	0.0
101	9.80	8118	837	65120	26088	14.0	0.0
111	10.60	8911	666	62902	28355	11.3	0.0
121	11.60	9886	1599	66193	31832	11.3	0.0
131	12.60	10895	2539	69374	35326	11.3	0.0

**Combinazione nr. 8**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0.00	0	0	2695	0	11.6	0.0
11	1.00	0	0	6058	0	11.6	0.0
21	2.00	416	0	15253	0	11.6	0.0
31	2.80	0	0	29617	0	14.0	0.0
41	3.80	2730	0	39037	0	14.0	0.0
51	4.80	3738	0	48470	0	14.0	0.0
61	5.80	4681	0	58022	10168	14.0	0.0
71	6.80	5579	0	55159	14148	14.0	0.0
81	7.80	6446	0	57865	18128	14.0	0.0
91	8.80	7290	55	61340	22108	14.0	0.0
101	9.80	8118	837	65120	26088	14.0	0.0
111	10.60	8911	666	62902	28355	11.3	0.0
121	11.60	9886	1599	66193	31832	11.3	0.0
131	12.60	10895	2539	69374	35326	11.3	0.0

**Combinazione nr. 9**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0.00	0	0	2695	0	11.6	0.0
11	1.00	0	0	6058	0	11.6	0.0
21	2.00	416	0	15253	0	11.6	0.0
31	2.80	0	0	29617	0	14.0	0.0
41	3.80	2730	0	39037	0	14.0	0.0
51	4.80	3738	0	48470	0	14.0	0.0
61	5.80	4681	0	58022	10168	14.0	0.0
71	6.80	5579	0	55159	14148	14.0	0.0
81	7.80	6446	0	57865	18128	14.0	0.0
91	8.80	7290	55	61340	22108	14.0	0.0
101	9.80	8118	837	65120	26088	14.0	0.0
111	10.60	8911	666	62902	28355	11.3	0.0
121	11.60	9886	1599	66193	31832	11.3	0.0
131	12.60	10895	2539	69374	35326	11.3	0.0

**Combinazione nr. 10**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0.00	0	0	2695	0	11.6	0.0
11	1.00	65	0	6058	0	11.6	0.0
21	2.00	546	0	15253	0	11.6	0.0
31	2.80	181	0	29617	0	14.0	0.0
41	3.80	2976	0	39037	0	14.0	0.0
51	4.80	4049	0	48470	0	14.0	0.0
61	5.80	4681	0	58022	10168	14.0	0.0
71	6.80	5579	0	55159	14148	14.0	0.0
81	7.80	6446	0	57865	18128	14.0	0.0
91	8.80	7290	55	61340	22108	14.0	0.0
101	9.80	8118	837	65120	26088	14.0	0.0
111	10.60	8911	666	62902	28355	11.3	0.0
121	11.60	9886	1599	66193	31832	11.3	0.0
131	12.60	10895	2539	69374	35326	11.3	0.0

**Combinazione nr. 11**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0.00	0	0	2695	0	11.6	0.0
11	1.00	65	0	6058	0	11.6	0.0
21	2.00	546	0	15253	0	11.6	0.0
31	2.80	181	0	29617	0	14.0	0.0
41	3.80	2976	0	39037	0	14.0	0.0

PROGETTO ESECUTIVO

51	4.80	4049	0	48470	0	14.0	0.0
61	5.80	4681	0	58022	10168	14.0	0.0
71	6.80	5579	0	55159	14148	14.0	0.0
81	7.80	6446	0	57865	18128	14.0	0.0
91	8.80	7290	55	61340	22108	14.0	0.0
101	9.80	8118	837	65120	26088	14.0	0.0
111	10.60	8911	666	62902	28355	11.3	0.0
121	11.60	9886	1599	66193	31832	11.3	0.0
131	12.60	10895	2539	69374	35326	11.3	0.0

**Combinazione nr. 12**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0.00	0	0	2695	0	11.6	0.0
11	1.00	65	0	6058	0	11.6	0.0
21	2.00	546	0	15253	0	11.6	0.0
31	2.80	181	0	29617	0	14.0	0.0
41	3.80	2976	0	39037	0	14.0	0.0
51	4.80	4049	0	48470	0	14.0	0.0
61	5.80	4681	0	58022	10168	14.0	0.0
71	6.80	5579	0	55159	14148	14.0	0.0
81	7.80	6446	0	57865	18128	14.0	0.0
91	8.80	7290	55	61340	22108	14.0	0.0
101	9.80	8118	837	65120	26088	14.0	0.0
111	10.60	8911	666	62902	28355	11.3	0.0
121	11.60	9886	1599	66193	31832	11.3	0.0
131	12.60	10895	2539	69374	35326	11.3	0.0

Analisi della paratia

**L'analisi è stata eseguita per combinazioni di carico**

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 100 elementi fuori terra e 154 elementi al di sotto della linea di fondo scavo.

Le molle che simulano il terreno hanno un comportamento elastoplastico: una volta raggiunta la pressione passiva non reagiscono ad ulteriori incremento di carico.

Altezza fuori terra della paratia	5.00	[m]
Profondità di infissione	7.70	[m]
Altezza totale della paratia	12.70	[m]

**Forze agenti sulla paratia**

*Simbologia adottata e sistema di riferimento*

Tutte le forze sono espresse in [kg] e si intendono positive se dirette da monte verso valle. Esse sono riferite ad un metro di larghezza della paratia

$Y_a$  rappresenta il punto di applicazione, rispetto alla testa della paratia, espresso in [m]

**Combinazione nr. 1**

	Valore	$Y_a$
Spinta agente sulla paratia	9157.07	3.94
Risultante carichi esterni applicati	0.00	0.00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-14676.94	6.94
Controspinta agente sulla paratia	5520.02	11.91
Spostamento massimo della paratia	1.01	0.00

Punto di nullo del diagramma	5.00	[m]
Punto di inversione del diagramma	6.15	[m]
Centro di rotazione	10.36	[m]
Percentuale molle plasticizzate	14.84	[%]
Portanza di punta	101805.01	[kg]

**Combinazione nr. 2**

PROGETTO ESECUTIVO

	Valore	Y <sub>a</sub>
Spinta agente sulla paratia	9745.60	3.82
Risultante carichi esterni applicati	0.00	0.00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-18941.17	7.81
Controspinta agente sulla paratia	9195.78	12.03
Spostamento massimo della paratia	1.90	0.00

Punto di nullo del diagramma	5.02	[m]
Punto di inversione del diagramma	7.85	[m]
Centro di rotazione	10.71	[m]
Percentuale molle plasticizzate	36.77	[%]
Portanza di punta	76865.73	[kg]

**Combinazione nr. 3**

	Valore	Y <sub>a</sub>
Spinta agente sulla paratia	9900.60	3.91
Risultante carichi esterni applicati	0.00	0.00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-16198.75	7.02
Controspinta agente sulla paratia	6298.32	11.92
Spostamento massimo della paratia	1.16	0.00

Punto di nullo del diagramma	5.00	[m]
Punto di inversione del diagramma	6.30	[m]
Centro di rotazione	10.39	[m]
Percentuale molle plasticizzate	16.77	[%]
Portanza di punta	101805.01	[kg]

**Combinazione nr. 4**

	Valore	Y <sub>a</sub>
Spinta agente sulla paratia	10468.21	3.78
Risultante carichi esterni applicati	0.00	0.00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-21404.21	8.01
Controspinta agente sulla paratia	10936.23	12.06
Spostamento massimo della paratia	2.35	0.00

Punto di nullo del diagramma	5.08	[m]
Punto di inversione del diagramma	8.20	[m]
Centro di rotazione	10.80	[m]
Percentuale molle plasticizzate	41.94	[%]
Portanza di punta	76865.73	[kg]

**Combinazione nr. 5**

	Valore	Y <sub>a</sub>
Spinta agente sulla paratia	4621.18	4.20
Incremento sismico della spinta	1954.44	3.33
Risultante carichi esterni applicati	0.00	0.00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-9921.58	6.62
Controspinta agente sulla paratia	3346.04	11.88
Spostamento massimo della paratia	0.60	0.00

Punto di nullo del diagramma	5.00	[m]
Punto di inversione del diagramma	5.35	[m]
Centro di rotazione	10.24	[m]
Percentuale molle plasticizzate	5.16	[%]
Portanza di punta	101805.01	[kg]

**Combinazione nr. 6**

	Valore	Y <sub>a</sub>
Spinta agente sulla paratia	10420.67	3.83
Incremento sismico della spinta	3129.70	3.33

PROGETTO ESECUTIVO

Risultante carichi esterni applicati	0.00	0.00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-31951.71	8.57
Controspinta agente sulla paratia	18401.58	12.15
Spostamento massimo della paratia	4.60	0.00

Punto di nullo del diagramma	5.26	[m]
Punto di inversione del diagramma	9.30	[m]
Centro di rotazione	11.06	[m]
Percentuale molle plasticizzate	56.13	[%]
Portanza di punta	76865.73	[kg]

**Combinazione nr. 7**

	<b>Valore</b>	<b>Y<sub>a</sub></b>
Spinta agente sulla paratia	4674.71	4.19
Risultante carichi esterni applicati	0.00	0.00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-6792.95	6.59
Controspinta agente sulla paratia	2118.25	11.89
Spostamento massimo della paratia	0.38	0.00

Punto di nullo del diagramma	5.00	[m]
Punto di inversione del diagramma	5.00	[m]
Centro di rotazione	10.30	[m]
Percentuale molle plasticizzate	0.00	[%]
Portanza di punta	101805.01	[kg]

**Combinazione nr. 8**

	<b>Valore</b>	<b>Y<sub>a</sub></b>
Spinta agente sulla paratia	4674.71	4.19
Risultante carichi esterni applicati	0.00	0.00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-6792.95	6.59
Controspinta agente sulla paratia	2118.25	11.89
Spostamento massimo della paratia	0.38	0.00

Punto di nullo del diagramma	5.00	[m]
Punto di inversione del diagramma	5.00	[m]
Centro di rotazione	10.30	[m]
Percentuale molle plasticizzate	0.00	[%]
Portanza di punta	101805.01	[kg]

**Combinazione nr. 9**

	<b>Valore</b>	<b>Y<sub>a</sub></b>
Spinta agente sulla paratia	4674.71	4.19
Risultante carichi esterni applicati	0.00	0.00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-6792.95	6.59
Controspinta agente sulla paratia	2118.25	11.89
Spostamento massimo della paratia	0.38	0.00

Punto di nullo del diagramma	5.00	[m]
Punto di inversione del diagramma	5.00	[m]
Centro di rotazione	10.30	[m]
Percentuale molle plasticizzate	0.00	[%]
Portanza di punta	101805.01	[kg]

**Combinazione nr. 10**

	<b>Valore</b>	<b>Y<sub>a</sub></b>
Spinta agente sulla paratia	4652.53	4.19
Incremento sismico della spinta	809.91	3.33
Risultante carichi esterni applicati	0.00	0.00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-8067.86	6.59
Controspinta agente sulla paratia	2605.49	11.88

PROGETTO ESECUTIVO

Spostamento massimo della paratia	0.47	0.00
Punto di nullo del diagramma	5.00	[m]
Punto di inversione del diagramma	5.15	[m]
Centro di rotazione	10.27	[m]
Percentuale molle plasticizzate	1.94	[%]
Portanza di punta	101805.01	[kg]

**Combinazione nr. 11**

	Valore	Y <sub>a</sub>
Spinta agente sulla paratia	4652.53	4.19
Incremento sismico della spinta	809.91	3.33
Risultante carichi esterni applicati	0.00	0.00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-8067.86	6.59
Controspinta agente sulla paratia	2605.49	11.88
Spostamento massimo della paratia	0.47	0.00

Punto di nullo del diagramma	5.00	[m]
Punto di inversione del diagramma	5.15	[m]
Centro di rotazione	10.27	[m]
Percentuale molle plasticizzate	1.94	[%]
Portanza di punta	101805.01	[kg]

**Combinazione nr. 12**

	Valore	Y <sub>a</sub>
Spinta agente sulla paratia	4652.53	4.19
Incremento sismico della spinta	809.91	3.33
Risultante carichi esterni applicati	0.00	0.00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-8067.86	6.59
Controspinta agente sulla paratia	2605.49	11.88
Spostamento massimo della paratia	0.47	0.00

Punto di nullo del diagramma	5.00	[m]
Punto di inversione del diagramma	5.15	[m]
Centro di rotazione	10.27	[m]
Percentuale molle plasticizzate	1.94	[%]
Portanza di punta	101805.01	[kg]

Pressioni orizzontali agenti sulla paratia

*Simbologia adottata*

N° numero d'ordine della sezione  
 Y ordinata della sezione espressa in [m]  
 P pressione sulla paratia espressa in [kg/mq] positiva da monte verso valle

**Pressioni terreno - Combinazione nr. 1**

N°	Y	P
1	0.00	0.00
11	0.50	0.00
21	1.00	0.00
31	1.50	365.22
41	2.00	915.69
51	2.50	566.55
61	3.00	0.00
71	3.50	3719.81
81	4.00	4381.15
91	4.50	5005.41
1	5.00	-1304.61
11	5.50	-3374.13
21	6.00	-5387.95
31	6.50	-5115.96



PROGETTO ESECUTIVO

41	7.00	-4203.01
51	7.50	-3371.85
61	8.00	-2622.00
71	8.50	-1949.59
81	9.00	-1348.12
91	9.50	-809.16
101	10.00	-322.88
111	10.50	213.29
121	11.00	1344.57
131	11.50	2332.18
141	12.00	3291.38
151	12.50	4239.60

Pressioni terreno - Combinazione nr. 2

N°	Y	P
1	0.00	0.00
11	0.50	0.00
21	1.00	0.00
31	1.50	347.89
41	2.00	818.85
51	2.50	471.29
61	3.00	2901.72
71	3.50	3523.97
81	4.00	4104.73
91	4.50	4660.20
101	5.00	5199.19
11	5.50	-1192.94
21	6.00	-2400.28
31	6.50	-3617.23
41	7.00	-4842.28
51	7.50	-6074.22
61	8.00	-6401.55
71	8.50	-5000.15
81	9.00	-3712.50
91	9.50	-2528.63
101	10.00	-1434.84
111	10.50	-729.43
121	11.00	1380.89
131	11.50	3709.90
141	12.00	5985.04
151	12.50	8239.01

Pressioni terreno - Combinazione nr. 3

N°	Y	P
1	0.00	0.00
11	0.50	0.00
21	1.00	0.00
31	1.50	365.22
41	2.00	915.69
51	2.50	566.55
61	3.00	1469.89
71	3.50	3861.52
81	4.00	4531.71
91	4.50	5165.40
1	5.00	-1135.72
11	5.50	-3196.98
21	6.00	-5203.07
31	6.50	-5950.96
41	7.00	-4899.49
51	7.50	-3940.36
61	8.00	-3073.40
71	8.50	-2294.49
81	9.00	-1596.45
91	9.50	-969.79
101	10.00	-403.41
111	10.50	201.79
121	11.00	1502.69
131	11.50	2657.15
141	12.00	3778.91
151	12.50	4888.02

PROGETTO ESECUTIVO

Pressioni terreno - Combinazione nr. 4

N°	Y	P
1	0.00	0.00
11	0.50	0.00
21	1.00	0.00
31	1.50	347.89
41	2.00	818.85
51	2.50	471.29
61	3.00	3029.79
71	3.50	3661.03
81	4.00	4248.95
91	4.50	4812.04
101	5.00	5358.30
11	5.50	-1027.06
21	6.00	-2228.15
31	6.50	-3439.33
41	7.00	-4659.04
51	7.50	-5886.01
61	8.00	-7119.28
71	8.50	-6656.40
81	9.00	-5015.02
91	9.50	-3495.67
101	10.00	-2083.38
111	10.50	-1335.56
121	11.00	1247.88
131	11.50	4290.10
141	12.00	7266.05
151	12.50	10215.79

Pressioni terreno - Combinazione nr. 5

N°	Y	P
1	0.00	0.00
11	0.50	76.58
21	1.00	153.16
31	1.50	229.74
41	2.00	713.81
51	2.50	677.46
61	3.00	455.13
71	3.50	530.99
81	4.00	3457.64
91	4.50	4023.83
1	5.00	-2341.67
11	5.50	-4068.42
21	6.00	-3439.65
31	6.50	-2857.22
41	7.00	-2325.19
51	7.50	-1844.77
61	8.00	-1414.85
71	8.50	-1032.44
81	9.00	-693.16
91	9.50	-391.58
101	10.00	-121.57
111	10.50	216.92
121	11.00	880.44
131	11.50	1420.06
141	12.00	1943.08
151	12.50	2459.72

Pressioni terreno - Combinazione nr. 6

N°	Y	P
1	0.00	0.00
11	0.50	114.21
21	1.00	228.43
31	1.50	690.53
41	2.00	1275.71
51	2.50	1042.36
61	3.00	3710.83
71	3.50	4455.58

PROGETTO ESECUTIVO

81	4.00	5157.01
91	4.50	5833.61
101	5.00	6493.37
11	5.50	-1027.06
21	6.00	-2228.15
31	6.50	-3439.33
41	7.00	-4659.04
51	7.50	-5886.01
61	8.00	-7119.28
71	8.50	-8357.87
81	9.00	-9601.03
91	9.50	-9194.94
101	10.00	-6098.29
111	10.50	-5539.65
121	11.00	-812.89
131	11.50	6089.88
141	12.00	12869.06
151	12.50	19598.35

Pressioni terreno - Combinazione nr. 7

N°	Y	P
1	0.00	0.00
11	0.50	0.00
21	1.00	0.00
31	1.50	0.00
41	2.00	407.49
51	2.50	294.56
61	3.00	0.00
71	3.50	0.00
81	4.00	2850.80
91	4.50	3341.13
1	5.00	-3087.18
11	5.50	-2661.95
21	6.00	-2259.48
31	6.50	-1884.99
41	7.00	-1541.45
51	7.50	-1229.97
61	8.00	-950.09
71	8.50	-700.12
81	9.00	-477.42
91	9.50	-278.65
101	10.00	-99.99
111	10.50	110.17
121	11.00	537.23
131	11.50	897.25
141	12.00	1246.58
151	12.50	1591.78

Pressioni terreno - Combinazione nr. 8

N°	Y	P
1	0.00	0.00
11	0.50	0.00
21	1.00	0.00
31	1.50	0.00
41	2.00	407.49
51	2.50	294.56
61	3.00	0.00
71	3.50	0.00
81	4.00	2850.80
91	4.50	3341.13
1	5.00	-3087.18
11	5.50	-2661.95
21	6.00	-2259.48
31	6.50	-1884.99
41	7.00	-1541.45
51	7.50	-1229.97
61	8.00	-950.09
71	8.50	-700.12
81	9.00	-477.42
91	9.50	-278.65

PROGETTO ESECUTIVO

101	10.00	-99.99
111	10.50	110.17
121	11.00	537.23
131	11.50	897.25
141	12.00	1246.58
151	12.50	1591.78

Pressioni terreno - Combinazione nr. 9

N°	Y	P
1	0.00	0.00
11	0.50	0.00
21	1.00	0.00
31	1.50	0.00
41	2.00	407.49
51	2.50	294.56
61	3.00	0.00
71	3.50	0.00
81	4.00	2850.80
91	4.50	3341.13
1	5.00	-3087.18
11	5.50	-2661.95
21	6.00	-2259.48
31	6.50	-1884.99
41	7.00	-1541.45
51	7.50	-1229.97
61	8.00	-950.09
71	8.50	-700.12
81	9.00	-477.42
91	9.50	-278.65
101	10.00	-99.99
111	10.50	110.17
121	11.00	537.23
131	11.50	897.25
141	12.00	1246.58
151	12.50	1591.78

Pressioni terreno - Combinazione nr. 10

N°	Y	P
1	0.00	0.00
11	0.50	31.73
21	1.00	63.47
31	1.50	95.20
41	2.00	534.43
51	2.50	453.23
61	3.00	188.61
71	3.50	220.04
81	4.00	3102.27
91	4.50	3624.04
1	5.00	-2785.88
11	5.50	-3210.64
21	6.00	-2718.83
31	6.50	-2262.44
41	7.00	-1844.84
51	7.50	-1467.11
61	8.00	-1128.53
71	8.50	-826.87
81	9.00	-558.77
91	9.50	-320.06
101	10.00	-106.00
111	10.50	155.55
121	11.00	675.69
131	11.50	1104.96
141	12.00	1521.21
151	12.50	1932.45

Pressioni terreno - Combinazione nr. 11

N°	Y	P
1	0.00	0.00
11	0.50	31.73

PROGETTO ESECUTIVO

21	1.00	63.47
31	1.50	95.20
41	2.00	534.43
51	2.50	453.23
61	3.00	188.61
71	3.50	220.04
81	4.00	3102.27
91	4.50	3624.04
1	5.00	-2785.88
11	5.50	-3210.64
21	6.00	-2718.83
31	6.50	-2262.44
41	7.00	-1844.84
51	7.50	-1467.11
61	8.00	-1128.53
71	8.50	-826.87
81	9.00	-558.77
91	9.50	-320.06
101	10.00	-106.00
111	10.50	155.55
121	11.00	675.69
131	11.50	1104.96
141	12.00	1521.21
151	12.50	1932.45

Pressioni terreno - Combinazione nr. 12

N°	Y	P
1	0.00	0.00
11	0.50	31.73
21	1.00	63.47
31	1.50	95.20
41	2.00	534.43
51	2.50	453.23
61	3.00	188.61
71	3.50	220.04
81	4.00	3102.27
91	4.50	3624.04
1	5.00	-2785.88
11	5.50	-3210.64
21	6.00	-2718.83
31	6.50	-2262.44
41	7.00	-1844.84
51	7.50	-1467.11
61	8.00	-1128.53
71	8.50	-826.87
81	9.00	-558.77
91	9.50	-320.06
101	10.00	-106.00
111	10.50	155.55
121	11.00	675.69
131	11.50	1104.96
141	12.00	1521.21
151	12.50	1932.45

Stabilità globale

Metodo di Fellenius

*Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)

Le strisce sono numerate da monte verso valle

N° numero d'ordine della striscia

W peso della striscia espresso in [kg]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

PROGETTO ESECUTIVO

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 L sviluppo della base della striscia espressa in [m] ( $L=b/\cos\alpha$ )  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]  
 Ctn, Ctt contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kg]

Combinazione nr. 2

Numero di cerchi analizzati 100  
 Numero di strisce 50.00

Cerchio critico  
 Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 2.54  
 Raggio del cerchio R[m] = 15.24  
 Ascissa a valle del cerchio Xj[m]= -13.25  
 Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 15.12  
 Coefficiente di sicurezza C= 1.66

Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
1	485.96	-58.36	-413.75	1.10	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
2	1429.36	-54.44	-1162.72	0.99	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
3	2249.56	-50.86	-1744.67	0.91	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
4	2974.24	-47.53	-2194.05	0.85	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
5	3621.22	-44.41	-2534.23	0.81	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
6	4202.83	-41.45	-2782.18	0.77	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
7	4727.95	-38.62	-2950.88	0.74	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
8	5203.29	-35.89	-3050.67	0.71	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
9	5634.02	-33.26	-3090.04	0.69	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
10	6026.01	-30.71	-3077.06	0.67	15.37	0.232	0.000	(0; 0)
11	6386.03	-28.22	-3019.31	0.65	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
12	6711.13	-25.78	-2919.15	0.64	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
13	7003.12	-23.40	-2781.25	0.63	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
14	7263.86	-21.06	-2610.04	0.62	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
15	7494.88	-18.75	-2409.56	0.61	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
16	7697.45	-16.48	-2183.53	0.60	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
17	7872.64	-14.23	-1935.46	0.59	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
18	8021.32	-12.01	-1668.62	0.59	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
19	8144.20	-9.80	-1386.14	0.58	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
20	8241.85	-7.61	-1091.03	0.58	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
21	8314.72	-5.43	-786.20	0.58	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
22	8363.12	-3.25	-474.47	0.58	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
23	8387.27	-1.08	-158.61	0.58	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
24	13302.31	1.05	244.44	0.56	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
25	13280.15	3.16	732.10	0.56	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
26	13246.28	5.27	1217.06	0.56	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
27	13455.04	7.39	1730.74	0.56	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
28	13756.30	9.52	2275.06	0.57	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
29	14034.47	11.66	2836.86	0.57	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
30	14289.07	13.82	3413.49	0.58	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
31	14519.47	16.00	4002.16	0.58	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
32	14724.93	18.20	4599.99	0.59	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
33	14904.55	20.44	5203.90	0.60	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
34	15057.24	22.70	5810.64	0.61	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
35	15181.70	25.00	6416.68	0.62	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
36	15276.38	27.35	7018.21	0.63	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
37	15339.41	29.75	7611.02	0.64	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
38	15295.54	32.20	8151.52	0.66	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
39	14932.99	34.73	8507.27	0.68	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
40	14503.81	37.33	8796.00	0.70	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
41	14031.33	40.03	9025.37	0.73	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
42	13510.29	42.84	9187.04	0.76	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
43	12933.87	45.79	9270.80	0.80	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
44	12292.92	48.90	9263.64	0.85	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
45	11574.67	52.22	9148.41	0.91	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
46	10760.36	55.81	8901.12	1.00	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
47	9820.31	59.78	8485.66	1.11	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
48	8701.74	64.30	7840.89	1.29	17.07	0.192	0.000	(0; 0)

PROGETTO ESECUTIVO

49	7293.46	69.77	6843.70	1.62	15.57	0.136	0.000	(0; 0)
50	5206.46	77.81	5089.11	2.65	14.07	0.080	0.000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 0.00 [kg]

$\Sigma W_i = 487681.08$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 115199.24$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 108715.24$  [kg]

$\Sigma c_i / \cos \alpha_i = 82377.83$  [kg]

**Combinazione nr. 4**

Numero di cerchi analizzati 100  
 Numero di strisce 50.00

Cerchio critico

Coordinate del centro

X[m]= 0.00

Y[m]= 2.54

Raggio del cerchio

R[m]= 15.24

Ascissa a valle del cerchio

Xi[m]= -13.25

Ascissa a monte del cerchio

Xs[m]= 15.12

Coefficiente di sicurezza

C= 1.63

**Caratteristiche delle strisce**

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
1	485.96	-58.36	-413.75	1.10	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
2	1429.36	-54.44	-1162.72	0.99	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
3	2249.56	-50.86	-1744.67	0.91	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
4	2974.24	-47.53	-2194.05	0.85	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
5	3621.22	-44.41	-2534.23	0.81	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
6	4202.83	-41.45	-2782.18	0.77	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
7	4727.95	-38.62	-2950.88	0.74	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
8	5203.29	-35.89	-3050.67	0.71	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
9	5634.02	-33.26	-3090.04	0.69	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
10	6026.01	-30.71	-3077.06	0.67	15.37	0.232	0.000	(0; 0)
11	6386.03	-28.22	-3019.31	0.65	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
12	6711.13	-25.78	-2919.15	0.64	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
13	7003.12	-23.40	-2781.25	0.63	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
14	7263.86	-21.06	-2610.04	0.62	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
15	7494.88	-18.75	-2409.56	0.61	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
16	7697.45	-16.48	-2183.53	0.60	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
17	7872.64	-14.23	-1935.46	0.59	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
18	8021.32	-12.01	-1668.62	0.59	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
19	8144.20	-9.80	-1386.14	0.58	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
20	8241.85	-7.61	-1091.03	0.58	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
21	8314.72	-5.43	-786.20	0.58	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
22	8363.12	-3.25	-474.47	0.58	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
23	8387.27	-1.08	-158.61	0.58	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
24	13302.31	1.05	244.44	0.56	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
25	13280.15	3.16	732.10	0.56	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
26	13246.28	5.27	1217.06	0.56	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
27	13455.04	7.39	1730.74	0.56	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
28	13756.30	9.52	2275.06	0.57	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
29	14034.47	11.66	2836.86	0.57	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
30	14289.07	13.82	3413.49	0.58	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
31	14519.47	16.00	4002.16	0.58	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
32	14724.93	18.20	4599.99	0.59	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
33	14904.55	20.44	5203.90	0.60	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
34	15057.24	22.70	5810.64	0.61	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
35	15181.70	25.00	6416.68	0.62	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
36	15276.38	27.35	7018.21	0.63	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
37	15339.41	29.75	7611.02	0.64	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
38	15470.54	32.20	8244.78	0.66	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
39	15212.99	34.73	8666.78	0.68	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
40	14783.81	37.33	8965.81	0.70	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
41	14311.33	40.03	9205.47	0.73	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
42	13790.29	42.84	9377.45	0.76	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
43	13213.87	45.79	9471.50	0.80	17.07	0.192	0.000	(0; 0)

PROGETTO ESECUTIVO

44	12572.92	48.90	9474.64	0.85	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
45	11854.67	52.22	9369.71	0.91	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
46	11040.36	55.81	9132.74	1.00	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
47	10100.31	59.78	8727.60	1.11	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
48	8981.74	64.30	8093.19	1.29	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
49	7573.46	69.77	7106.43	1.62	15.57	0.136	0.000	(0; 0)
50	5486.46	77.81	5362.80	2.65	14.07	0.080	0.000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 0.00 [kg]

$\Sigma W_i = 978897.15$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 233086.87$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi = 218083.71$  [kg]

$\Sigma c b / \cos \alpha_i = 164755.66$  [kg]

**Combinazione nr. 6**

Numero di cerchi analizzati 100  
 Numero di strisce 50.00

Cerchio critico

Coordinate del centro

X[m]= 0.00

Y[m]= 7.62

Raggio del cerchio

R[m] = 20.32

Ascissa a valle del cerchio

Xi[m]= -15.94

Ascissa a monte del cerchio

Xs[m]= 20.09

Coefficiente di sicurezza

C= 1.48

**Caratteristiche delle strisce**

N°	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
1	573.45	-50.06	-439.65	1.13	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
2	1690.62	-46.97	-1235.81	1.06	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
3	2695.98	-44.05	-1874.53	1.01	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
4	3605.89	-41.27	-2378.55	0.96	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
5	4432.48	-38.61	-2765.69	0.93	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
6	5185.02	-36.04	-3050.32	0.90	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
7	5870.80	-33.55	-3244.40	0.87	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
8	6495.65	-31.13	-3358.07	0.85	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
9	7064.28	-28.77	-3400.14	0.83	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
10	7583.04	-26.47	-3379.44	0.81	15.37	0.232	0.000	(0; 0)
11	8059.66	-24.20	-3304.48	0.79	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
12	8489.38	-21.98	-3177.98	0.78	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
13	8874.01	-19.80	-3005.57	0.77	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
14	9215.46	-17.64	-2792.66	0.76	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
15	9515.38	-15.51	-2544.29	0.75	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
16	9775.12	-13.40	-2265.24	0.74	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
17	9995.81	-11.31	-1960.01	0.74	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
18	10178.39	-9.23	-1632.93	0.73	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
19	10323.59	-7.17	-1288.17	0.73	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
20	10432.00	-5.11	-929.79	0.73	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
21	10504.04	-3.07	-561.72	0.73	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
22	10539.99	-1.02	-187.88	0.72	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
23	17037.70	1.01	300.77	0.72	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
24	17002.79	3.04	900.47	0.72	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
25	17158.60	5.06	1514.54	0.72	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
26	17686.23	7.10	2185.56	0.72	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
27	18186.43	9.14	2889.48	0.73	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
28	18650.36	11.20	3621.68	0.73	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
29	19077.32	13.27	4378.17	0.74	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
30	19466.40	15.36	5154.78	0.74	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
31	19816.56	17.46	5947.19	0.75	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
32	20126.48	19.60	6750.84	0.76	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
33	20394.63	21.76	7560.90	0.77	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
34	20704.21	23.96	8406.74	0.78	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
35	20337.53	26.19	8975.99	0.80	13.66	0.272	0.000	(0; 0)
36	19834.03	28.47	9454.15	0.82	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
37	19283.49	30.80	9872.69	0.84	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
38	18678.92	33.18	10222.81	0.86	17.07	0.192	0.000	(0; 0)



Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"  
 Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO ESECUTIVO

39	18015.92	35.63	10496.22	0.88	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
40	17289.07	38.16	10683.39	0.91	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
41	16491.62	40.79	10773.16	0.95	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
42	15615.04	43.52	10752.18	0.99	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
43	14648.23	46.38	10604.04	1.04	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
44	13576.42	49.40	10307.98	1.10	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
45	12379.07	52.62	9836.58	1.18	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
46	11026.28	56.10	9151.76	1.29	17.07	0.192	0.000	(0; 0)
47	9478.51	59.93	8202.87	1.43	15.57	0.136	0.000	(0; 0)
48	7706.72	64.28	6943.19	1.65	14.07	0.080	0.000	(0; 0)
49	5506.71	69.50	5157.99	2.05	14.07	0.080	0.000	(0; 0)
50	2313.38	76.67	2251.06	3.11	14.07	0.080	0.000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 0.00 [kg]

$\Sigma W_i = 1587485.83$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 377606.72$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 358094.08$  [kg]

$\Sigma c b_i / \cos \alpha_i = 262007.25$  [kg]

PROGETTO ESECUTIVO

Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia

*Simbologia adottata*

Y ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]

M<sub>max</sub>, M<sub>min</sub> momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]

N<sub>max</sub>, N<sub>min</sub> sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)

T<sub>max</sub>, T<sub>min</sub> taglio massimo e minimo espresso in [kg]

**Combinazione nr. 1**

y <sub>Mmax</sub> = 7.15	M <sub>max</sub> = 20637	y <sub>Mmin</sub> = 1.20	M <sub>min</sub> = 0
y <sub>Tmax</sub> = 5.00	T <sub>max</sub> = 9157	y <sub>Tmin</sub> = 10.35	T <sub>min</sub> = -5520
y <sub>Nmax</sub> = 12.70	N <sub>max</sub> = 19182	y <sub>Nmin</sub> = 0.00	N <sub>min</sub> = 0

**Combinazione nr. 2**

y <sub>Mmax</sub> = 7.85	M <sub>max</sub> = 29958	y <sub>Mmin</sub> = 1.10	M <sub>min</sub> = 0
y <sub>Tmax</sub> = 5.00	T <sub>max</sub> = 9745	y <sub>Tmin</sub> = 10.70	T <sub>min</sub> = -9196
y <sub>Nmax</sub> = 12.70	N <sub>max</sub> = 19182	y <sub>Nmin</sub> = 0.00	N <sub>min</sub> = 0

**Combinazione nr. 3**

y <sub>Mmax</sub> = 7.20	M <sub>max</sub> = 23342	y <sub>Mmin</sub> = 1.20	M <sub>min</sub> = 0
y <sub>Tmax</sub> = 5.00	T <sub>max</sub> = 9900	y <sub>Tmin</sub> = 10.35	T <sub>min</sub> = -6298
y <sub>Nmax</sub> = 12.70	N <sub>max</sub> = 19182	y <sub>Nmin</sub> = 0.00	N <sub>min</sub> = 0

**Combinazione nr. 4**

y <sub>Mmax</sub> = 8.00	M <sub>max</sub> = 34059	y <sub>Mmin</sub> = 1.10	M <sub>min</sub> = 0
y <sub>Tmax</sub> = 5.05	T <sub>max</sub> = 10468	y <sub>Tmin</sub> = 10.75	T <sub>min</sub> = -10936
y <sub>Nmax</sub> = 12.70	N <sub>max</sub> = 19182	y <sub>Nmin</sub> = 0.00	N <sub>min</sub> = 0

**Combinazione nr. 5**

y <sub>Mmax</sub> = 7.00	M <sub>max</sub> = 12978	y <sub>Mmin</sub> = 0.00	M <sub>min</sub> = 0
y <sub>Tmax</sub> = 5.00	T <sub>max</sub> = 6576	y <sub>Tmin</sub> = 10.20	T <sub>min</sub> = -3346
y <sub>Nmax</sub> = 12.70	N <sub>max</sub> = 19182	y <sub>Nmin</sub> = 0.00	N <sub>min</sub> = 0

**Combinazione nr. 6**

y <sub>Mmax</sub> = 8.40	M <sub>max</sub> = 48858	y <sub>Mmin</sub> = 0.00	M <sub>min</sub> = 0
y <sub>Tmax</sub> = 5.25	T <sub>max</sub> = 13550	y <sub>Tmin</sub> = 11.05	T <sub>min</sub> = -18402
y <sub>Nmax</sub> = 12.70	N <sub>max</sub> = 19181	y <sub>Nmin</sub> = 0.00	N <sub>min</sub> = 0

**Combinazione nr. 7**

y <sub>Mmax</sub> = 7.10	M <sub>max</sub> = 8066	y <sub>Mmin</sub> = 1.50	M <sub>min</sub> = 0
y <sub>Tmax</sub> = 5.00	T <sub>max</sub> = 4675	y <sub>Tmin</sub> = 10.30	T <sub>min</sub> = -2118
y <sub>Nmax</sub> = 12.70	N <sub>max</sub> = 19182	y <sub>Nmin</sub> = 0.00	N <sub>min</sub> = 0

**Combinazione nr. 8**

y <sub>Mmax</sub> = 7.10	M <sub>max</sub> = 8066	y <sub>Mmin</sub> = 1.50	M <sub>min</sub> = 0
y <sub>Tmax</sub> = 5.00	T <sub>max</sub> = 4675	y <sub>Tmin</sub> = 10.30	T <sub>min</sub> = -2118
y <sub>Nmax</sub> = 12.70	N <sub>max</sub> = 19182	y <sub>Nmin</sub> = 0.00	N <sub>min</sub> = 0

**Combinazione nr. 9**

y <sub>Mmax</sub> = 7.10	M <sub>max</sub> = 8066	y <sub>Mmin</sub> = 1.50	M <sub>min</sub> = 0
y <sub>Tmax</sub> = 5.00	T <sub>max</sub> = 4675	y <sub>Tmin</sub> = 10.30	T <sub>min</sub> = -2118
y <sub>Nmax</sub> = 12.70	N <sub>max</sub> = 19182	y <sub>Nmin</sub> = 0.00	N <sub>min</sub> = 0

**Combinazione nr. 10**

y <sub>Mmax</sub> = 7.00	M <sub>max</sub> = 10030	y <sub>Mmin</sub> = 0.00	M <sub>min</sub> = 0
y <sub>Tmax</sub> = 5.00	T <sub>max</sub> = 5462	y <sub>Tmin</sub> = 10.25	T <sub>min</sub> = -2605
y <sub>Nmax</sub> = 12.70	N <sub>max</sub> = 19182	y <sub>Nmin</sub> = 0.00	N <sub>min</sub> = 0

**Combinazione nr. 11**

PROGETTO ESECUTIVO

$y_{Mmax} = 7.00$	$M_{max} = 10030$	$y_{Mmin} = 0.00$	$M_{min} = 0$
$y_{Tmax} = 5.00$	$T_{max} = 5462$	$y_{Tmin} = 10.25$	$T_{min} = -2605$
$y_{Nmax} = 12.70$	$N_{max} = 19182$	$y_{Nmin} = 0.00$	$N_{min} = 0$

Combinazione nr. 12

$y_{Mmax} = 7.00$	$M_{max} = 10030$	$y_{Mmin} = 0.00$	$M_{min} = 0$
$y_{Tmax} = 5.00$	$T_{max} = 5462$	$y_{Tmin} = 10.25$	$T_{min} = -2605$
$y_{Nmax} = 12.70$	$N_{max} = 19182$	$y_{Nmin} = 0.00$	$N_{min} = 0$

Sollecitazioni per metro di paratia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
T	taglio espresso in [kg]

Combinazione nr. 1

n°	Y	M	N	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.50	0.00	755.19	-0.01
21	1.00	-0.01	1510.38	-0.01
31	1.50	6.13	2265.57	58.34
41	2.00	103.99	3020.76	378.48
51	2.50	422.08	3775.95	908.99
61	3.00	876.57	4531.14	908.97
71	3.50	1549.74	5286.33	2127.22
81	4.00	3106.65	6041.52	4154.97
91	4.50	5758.14	6796.71	6502.48
101	5.00	9660.54	7551.91	9156.95
111	5.45	13584.84	8231.58	8061.75
121	5.95	17175.81	8986.77	5922.08
131	6.45	19506.57	9741.96	3156.86
141	6.95	20537.50	10497.15	807.62
151	7.45	20494.09	11252.34	-1103.48
161	7.95	19586.17	12007.53	-2617.40
171	8.45	18003.28	12762.72	-3774.03
181	8.95	15915.54	13517.91	-4610.72
191	9.45	13475.17	14273.10	-5161.13
201	9.95	10818.55	15028.29	-5454.34
211	10.45	8068.69	15783.48	-5514.33
221	10.95	5375.52	16538.67	-5129.78
231	11.45	2991.85	17293.86	-4233.67
241	11.95	1166.32	18049.05	-2851.00
251	12.45	139.59	18804.24	-991.77

Combinazione nr. 2

n°	Y	M	N	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.50	0.00	755.19	-0.01
21	1.00	-0.01	1510.38	-0.02
31	1.50	7.91	2265.57	63.44
41	2.00	103.46	3020.76	358.26
51	2.50	391.37	3775.95	802.14
61	3.00	905.58	4531.14	1571.50
71	3.50	2080.42	5286.33	3179.17
81	4.00	4135.28	6041.52	5088.10
91	4.50	7215.86	6796.71	7280.03
101	5.00	11461.12	7551.91	9745.46
111	5.50	16286.60	8307.10	9422.46
121	6.00	20813.92	9062.29	8494.37
131	6.50	24740.96	9817.48	6959.91

PROGETTO ESECUTIVO

141	7.00	27763.52	10572.67	4814.69
151	7.50	29575.35	11327.86	2055.02
161	8.00	29872.66	12083.05	-1221.59
171	8.50	28600.71	12838.24	-4032.14
181	9.00	26076.37	13593.43	-6173.59
191	9.50	22621.76	14348.62	-7700.26
201	10.00	18533.14	15103.81	-8660.38
211	10.50	14084.28	15859.00	-9110.36
221	11.00	9512.91	16614.19	-8960.62
231	11.50	5284.80	17369.38	-7626.66
241	12.00	1983.06	18124.57	-5144.59
251	12.50	177.16	18879.76	-1531.85

Combinazione nr. 3

n°	Y	M	N	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.50	0.00	755.19	-0.01
21	1.00	-0.01	1510.38	-0.02
31	1.50	6.13	2265.57	58.34
41	2.00	103.98	3020.76	378.48
51	2.50	422.08	3775.95	908.99
61	3.00	879.32	4531.14	982.46
71	3.50	1749.69	5286.33	2637.68
81	4.00	3579.94	6041.52	4738.58
91	4.50	6542.45	6796.71	7163.75
101	5.00	10795.86	7551.91	9900.47
111	5.45	15072.10	8231.58	8887.37
121	5.95	19096.05	8986.77	6838.05
131	6.45	21872.65	9741.96	3880.33
141	6.95	23175.63	10497.15	1145.19
151	7.45	23226.57	11252.34	-1084.92
161	7.95	22267.58	12007.53	-2856.29
171	8.45	20517.75	12762.72	-4214.23
181	8.95	18174.08	13517.91	-5201.26
191	9.45	15413.20	14273.10	-5855.76
201	9.95	12393.66	15028.29	-6210.98
211	10.45	9258.68	15783.48	-6294.36
221	10.95	6179.08	16538.67	-5878.12
231	11.45	3444.08	17293.86	-4865.16
241	11.95	1344.26	18049.05	-3283.32
251	12.45	161.05	18804.24	-1144.09

Combinazione nr. 4

n°	Y	M	N	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.50	0.00	755.19	-0.01
21	1.00	-0.01	1510.38	-0.02
31	1.50	7.91	2265.57	63.44
41	2.00	103.46	3020.76	358.26
51	2.50	391.37	3775.95	802.14
61	3.00	1048.48	4531.14	1998.41
71	3.50	2453.16	5286.33	3672.37
81	4.00	4772.03	6041.52	5651.51
91	4.50	8152.66	6796.71	7917.47
101	5.00	12735.92	7551.91	10460.64
111	5.50	17938.84	8307.10	10222.34
121	6.00	22885.02	9062.29	9378.92
131	6.50	27273.94	9817.48	7932.12
141	7.00	30802.83	10572.67	5877.33
151	7.50	33166.81	11327.86	3210.64
161	8.00	34059.13	12083.05	-71.30
171	8.50	33194.44	12838.24	-3683.72
181	9.00	30672.77	13593.43	-6555.26
191	9.50	26894.82	14348.62	-8640.19
201	10.00	22240.73	15103.81	-9995.59
211	10.50	17063.98	15859.00	-10698.82
221	11.00	11631.36	16614.19	-10779.77
231	11.50	6508.30	17369.38	-9315.49
241	12.00	2456.41	18124.57	-6350.26
251	12.50	220.52	18879.76	-1905.59

PROGETTO ESECUTIVO

Combinazione nr. 5

n°	Y	M	N	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.50	3.21	755.19	19.14
21	1.00	25.55	1510.38	76.57
31	1.50	86.19	2265.57	172.29
41	2.00	220.43	3020.76	405.21
51	2.50	528.33	3775.95	845.79
61	3.00	1001.81	4531.14	1054.37
71	3.50	1589.06	5286.33	1300.89
81	4.00	2488.83	6041.52	2554.74
91	4.50	4222.30	6796.71	4425.84
101	5.00	6961.33	7551.91	6575.54
111	5.45	9572.82	8231.58	4801.07
121	5.95	11534.87	8986.77	2910.11
131	6.45	12620.84	9741.96	1323.35
141	6.95	12977.47	10497.15	16.57
151	7.45	12739.01	11252.34	-1035.80
161	7.95	12026.88	12007.53	-1859.42
171	8.45	10949.84	12762.72	-2478.93
181	8.95	9604.75	13517.91	-2917.13
191	9.45	8077.54	14273.10	-3194.42
201	9.95	6444.61	15028.29	-3328.29
211	10.45	4774.32	15783.48	-3333.06
221	10.95	3158.03	16538.67	-3052.69
231	11.45	1747.11	17293.86	-2490.11
241	11.95	677.59	18049.05	-1661.96
251	12.45	80.73	18804.24	-574.06

Combinazione nr. 6

n°	Y	M	N	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.50	4.78	755.17	28.55
21	1.00	38.11	1510.34	114.20
31	1.50	136.47	2265.51	320.42
41	2.00	408.13	3020.67	815.11
51	2.50	986.35	3775.84	1515.95
61	3.00	2076.06	4531.01	3024.35
71	3.50	4083.58	5286.18	5067.17
81	4.00	7203.92	6041.35	7471.93
91	4.50	11613.01	6796.52	10220.24
101	5.00	17480.09	7551.69	13302.52
111	5.50	24211.90	8306.86	13352.90
121	6.00	30723.37	9062.03	12509.51
131	6.50	36677.60	9817.20	11062.74
141	7.00	41771.81	10572.36	9007.99
151	7.50	45701.12	11327.53	6341.33
161	8.00	48158.80	12082.70	3059.42
171	8.50	48836.55	12837.87	-840.62
181	9.00	47424.74	13593.04	-5361.24
191	9.50	43621.82	14348.21	-10307.41
201	10.00	37563.10	15103.38	-14046.59
211	10.50	29976.73	15858.55	-16399.10
221	11.00	21181.45	16613.72	-18395.85
231	11.50	12178.57	17368.88	-16897.15
241	12.00	4695.62	18124.05	-11984.54
251	12.50	428.93	18879.22	-3698.56

Combinazione nr. 7

n°	Y	M	N	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.50	0.00	755.19	0.00
21	1.00	0.00	1510.38	0.00
31	1.50	0.00	2265.57	0.00
41	2.00	16.18	3020.76	98.91
51	2.50	129.43	3775.95	367.18
61	3.00	313.02	4531.14	367.18
71	3.50	496.61	5286.33	367.18

PROGETTO ESECUTIVO

81	4.00	859.97	6041.52	1336.59
91	4.50	1905.34	6796.71	2885.31
101	5.00	3785.59	7551.91	4674.71
111	5.45	5589.54	8231.58	3304.77
121	5.95	6954.74	8986.77	2065.41
131	6.45	7744.74	9741.96	1021.17
141	6.95	8053.83	10497.15	157.28
151	7.45	7968.66	11252.34	-542.04
161	7.95	7567.92	12007.53	-1092.78
171	8.45	6922.39	12762.72	-1510.39
181	8.95	6095.32	13517.91	-1809.29
191	9.45	5143.11	14273.10	-2002.36
201	9.95	4116.09	15028.29	-2100.75
211	10.45	3059.47	15783.48	-2113.57
221	10.95	2030.94	16538.67	-1950.70
231	11.45	1126.95	17293.86	-1600.47
241	11.95	438.20	18049.05	-1072.96
251	12.45	52.33	18804.24	-371.93

Combinazione nr. 8

n°	Y	M	N	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.50	0.00	755.19	0.00
21	1.00	0.00	1510.38	0.00
31	1.50	0.00	2265.57	0.00
41	2.00	16.18	3020.76	98.91
51	2.50	129.43	3775.95	367.18
61	3.00	313.02	4531.14	367.18
71	3.50	496.61	5286.33	367.18
81	4.00	859.97	6041.52	1336.59
91	4.50	1905.34	6796.71	2885.31
101	5.00	3785.59	7551.91	4674.71
111	5.45	5589.54	8231.58	3304.77
121	5.95	6954.74	8986.77	2065.41
131	6.45	7744.74	9741.96	1021.17
141	6.95	8053.83	10497.15	157.28
151	7.45	7968.66	11252.34	-542.04
161	7.95	7567.92	12007.53	-1092.78
171	8.45	6922.39	12762.72	-1510.39
181	8.95	6095.32	13517.91	-1809.29
191	9.45	5143.11	14273.10	-2002.36
201	9.95	4116.09	15028.29	-2100.75
211	10.45	3059.47	15783.48	-2113.57
221	10.95	2030.94	16538.67	-1950.70
231	11.45	1126.95	17293.86	-1600.47
241	11.95	438.20	18049.05	-1072.96
251	12.45	52.33	18804.24	-371.93

Combinazione nr. 9

n°	Y	M	N	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.50	0.00	755.19	0.00
21	1.00	0.00	1510.38	0.00
31	1.50	0.00	2265.57	0.00
41	2.00	16.18	3020.76	98.91
51	2.50	129.43	3775.95	367.18
61	3.00	313.02	4531.14	367.18
71	3.50	496.61	5286.33	367.18
81	4.00	859.97	6041.52	1336.59
91	4.50	1905.34	6796.71	2885.31
101	5.00	3785.59	7551.91	4674.71
111	5.45	5589.54	8231.58	3304.77
121	5.95	6954.74	8986.77	2065.41
131	6.45	7744.74	9741.96	1021.17
141	6.95	8053.83	10497.15	157.28
151	7.45	7968.66	11252.34	-542.04
161	7.95	7567.92	12007.53	-1092.78
171	8.45	6922.39	12762.72	-1510.39
181	8.95	6095.32	13517.91	-1809.29
191	9.45	5143.11	14273.10	-2002.36

PROGETTO ESECUTIVO

201	9.95	4116.09	15028.29	-2100.75
211	10.45	3059.47	15783.48	-2113.57
221	10.95	2030.94	16538.67	-1950.70
231	11.45	1126.95	17293.86	-1600.47
241	11.95	438.20	18049.05	-1072.96
251	12.45	52.33	18804.24	-371.93

Combinazione nr. 10

n°	Y	M	N	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.50	1.33	755.19	7.93
21	1.00	10.59	1510.38	31.73
31	1.50	35.71	2265.57	71.39
41	2.00	100.81	3020.76	225.83
51	2.50	294.72	3775.95	565.51
61	3.00	598.43	4531.14	651.94
71	3.50	949.29	5286.33	754.09
81	4.00	1534.92	6041.52	1841.36
91	4.50	2865.42	6796.71	3523.67
101	5.00	5101.53	7551.91	5462.37
111	5.45	7222.79	8231.58	3869.26
121	5.95	8811.24	8986.77	2375.95
131	6.45	9707.35	9741.96	1120.78
141	6.95	10026.07	10497.15	85.15
151	7.45	9872.77	11252.34	-750.63
161	7.95	9342.87	12007.53	-1406.43
171	8.45	8522.04	12762.72	-1901.36
181	8.95	7486.64	13517.91	-2253.17
191	9.45	6304.58	14273.10	-2477.73
201	9.95	5036.32	15028.29	-2588.68
211	10.45	3736.03	15783.48	-2597.22
221	10.95	2474.79	16538.67	-2386.10
231	11.45	1370.79	17293.86	-1950.92
241	11.95	532.20	18049.05	-1304.44
251	12.45	63.47	18804.24	-451.22

Combinazione nr. 11

n°	Y	M	N	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.50	1.33	755.19	7.93
21	1.00	10.59	1510.38	31.73
31	1.50	35.71	2265.57	71.39
41	2.00	100.81	3020.76	225.83
51	2.50	294.72	3775.95	565.51
61	3.00	598.43	4531.14	651.94
71	3.50	949.29	5286.33	754.09
81	4.00	1534.92	6041.52	1841.36
91	4.50	2865.42	6796.71	3523.67
101	5.00	5101.53	7551.91	5462.37
111	5.45	7222.79	8231.58	3869.26
121	5.95	8811.24	8986.77	2375.95
131	6.45	9707.35	9741.96	1120.78
141	6.95	10026.07	10497.15	85.15
151	7.45	9872.77	11252.34	-750.63
161	7.95	9342.87	12007.53	-1406.43
171	8.45	8522.04	12762.72	-1901.36
181	8.95	7486.64	13517.91	-2253.17
191	9.45	6304.58	14273.10	-2477.73
201	9.95	5036.32	15028.29	-2588.68
211	10.45	3736.03	15783.48	-2597.22
221	10.95	2474.79	16538.67	-2386.10
231	11.45	1370.79	17293.86	-1950.92
241	11.95	532.20	18049.05	-1304.44
251	12.45	63.47	18804.24	-451.22

Combinazione nr. 12

n°	Y	M	N	T
1	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.50	1.33	755.19	7.93

PROGETTO ESECUTIVO

21	1.00	10.59	1510.38	31.73
31	1.50	35.71	2265.57	71.39
41	2.00	100.81	3020.76	225.83
51	2.50	294.72	3775.95	565.51
61	3.00	598.43	4531.14	651.94
71	3.50	949.29	5286.33	754.09
81	4.00	1534.92	6041.52	1841.36
91	4.50	2865.42	6796.71	3523.67
101	5.00	5101.53	7551.91	5462.37
111	5.45	7222.79	8231.58	3869.26
121	5.95	8811.24	8986.77	2375.95
131	6.45	9707.35	9741.96	1120.78
141	6.95	10026.07	10497.15	85.15
151	7.45	9872.77	11252.34	-750.63
161	7.95	9342.87	12007.53	-1406.43
171	8.45	8522.04	12762.72	-1901.36
181	8.95	7486.64	13517.91	-2253.17
191	9.45	6304.58	14273.10	-2477.73
201	9.95	5036.32	15028.29	-2588.68
211	10.45	3736.03	15783.48	-2597.22
221	10.95	2474.79	16538.67	-2386.10
231	11.45	1370.79	17293.86	-1950.92
241	11.95	532.20	18049.05	-1304.44
251	12.45	63.47	18804.24	-451.22

Spostamenti massimi e minimi della paratia

*Simbologia adottata*

Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]

U<sub>max</sub>, U<sub>min</sub> spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle

V<sub>max</sub>, V<sub>min</sub> spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

**Combinazione nr. 1**

y<sub>Umax</sub> = 0.00      U<sub>max</sub>=1.0092      y<sub>Umin</sub>=12.70      U<sub>min</sub>=-0.0916  
 y<sub>Vmax</sub> = 0.00      V<sub>max</sub>=0.0061      y<sub>Vmin</sub>=0.00      V<sub>min</sub>=0.0000

**Combinazione nr. 2**

y<sub>Umax</sub> = 0.00      U<sub>max</sub>=1.8953      y<sub>Umin</sub>=12.70      U<sub>min</sub>=-0.1813  
 y<sub>Vmax</sub> = 0.00      V<sub>max</sub>=0.0061      y<sub>Vmin</sub>=0.00      V<sub>min</sub>=0.0000

**Combinazione nr. 3**

y<sub>Umax</sub> = 0.00      U<sub>max</sub>=1.1598      y<sub>Umin</sub>=12.70      U<sub>min</sub>=-0.1058  
 y<sub>Vmax</sub> = 0.00      V<sub>max</sub>=0.0061      y<sub>Vmin</sub>=0.00      V<sub>min</sub>=0.0000

**Combinazione nr. 4**

y<sub>Umax</sub> = 0.00      U<sub>max</sub>=2.3472      y<sub>Umin</sub>=12.70      U<sub>min</sub>=-0.2260  
 y<sub>Vmax</sub> = 0.00      V<sub>max</sub>=0.0061      y<sub>Vmin</sub>=0.00      V<sub>min</sub>=0.0000

**Combinazione nr. 5**

y<sub>Umax</sub> = 0.00      U<sub>max</sub>=0.5996      y<sub>Umin</sub>=12.70      U<sub>min</sub>=-0.0529  
 y<sub>Vmax</sub> = 0.00      V<sub>max</sub>=0.0061      y<sub>Vmin</sub>=0.00      V<sub>min</sub>=0.0000

**Combinazione nr. 6**

y<sub>Umax</sub> = 0.00      U<sub>max</sub>=4.5985      y<sub>Umin</sub>=12.70      U<sub>min</sub>=-0.4421  
 y<sub>Vmax</sub> = 0.00      V<sub>max</sub>=0.0061      y<sub>Vmin</sub>=0.00      V<sub>min</sub>=0.0000

**Combinazione nr. 7**

y<sub>Umax</sub> = 0.00      U<sub>max</sub>=0.3801      y<sub>Umin</sub>=12.70      U<sub>min</sub>=-0.0343  
 y<sub>Vmax</sub> = 0.00      V<sub>max</sub>=0.0061      y<sub>Vmin</sub>=0.00      V<sub>min</sub>=0.0000



PROGETTO ESECUTIVO

**Combinazione nr. 8**

$y_{U_{max}} = 0.00$        $U_{max}=0.3801$        $y_{U_{min}}=12.70$        $U_{min}=-0.0343$   
 $y_{V_{max}} = 0.00$        $V_{max}=0.0061$        $y_{V_{min}}=0.00$        $V_{min}=0.0000$

**Combinazione nr. 9**

$y_{U_{max}} = 0.00$        $U_{max}=0.3801$        $y_{U_{min}}=12.70$        $U_{min}=-0.0343$   
 $y_{V_{max}} = 0.00$        $V_{max}=0.0061$        $y_{V_{min}}=0.00$        $V_{min}=0.0000$

**Combinazione nr. 10**

$y_{U_{max}} = 0.00$        $U_{max}=0.4669$        $y_{U_{min}}=12.70$        $U_{min}=-0.0416$   
 $y_{V_{max}} = 0.00$        $V_{max}=0.0061$        $y_{V_{min}}=0.00$        $V_{min}=0.0000$

**Combinazione nr. 11**

$y_{U_{max}} = 0.00$        $U_{max}=0.4669$        $y_{U_{min}}=12.70$        $U_{min}=-0.0416$   
 $y_{V_{max}} = 0.00$        $V_{max}=0.0061$        $y_{V_{min}}=0.00$        $V_{min}=0.0000$

**Combinazione nr. 12**

$y_{U_{max}} = 0.00$        $U_{max}=0.4669$        $y_{U_{min}}=12.70$        $U_{min}=-0.0416$   
 $y_{V_{max}} = 0.00$        $V_{max}=0.0061$        $y_{V_{min}}=0.00$        $V_{min}=0.0000$

Spostamenti della paratia

*Simbologia adottata*

N° numero d'ordine della sezione  
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]  
 u spostamento orizzontale espresso in [cm] positivo verso valle  
 v spostamento verticale espresso in [cm] positivo verso il basso

**Combinazione nr. 1**

N°	Y	u	v
1	0.00	1.00920	0.00607
11	0.50	0.94916	0.00606
21	1.00	0.88911	0.00603
31	1.50	0.82906	0.00598
41	2.00	0.76901	0.00592
51	2.50	0.70899	0.00583
61	3.00	0.64906	0.00573
71	3.50	0.58930	0.00561
81	4.00	0.52986	0.00547
91	4.50	0.47107	0.00531
101	5.00	0.41344	0.00513
111	5.50	0.35774	0.00493
121	6.00	0.30482	0.00471
131	6.50	0.25535	0.00448
141	7.00	0.20979	0.00422
151	7.50	0.16830	0.00395
161	8.00	0.13087	0.00366
171	8.50	0.09731	0.00335
181	9.00	0.06729	0.00302
191	9.50	0.04039	0.00267
201	10.00	0.01612	0.00231
211	10.50	-0.00606	0.00192
221	11.00	-0.02667	0.00152
231	11.50	-0.04627	0.00109
241	12.00	-0.06529	0.00065
251	12.50	-0.08410	0.00019

**Combinazione nr. 2**

N°	Y	u	v
1	0.00	1.89528	0.00607

PROGETTO ESECUTIVO

11	0.50	1.79041	0.00606
21	1.00	1.68555	0.00603
31	1.50	1.58069	0.00598
41	2.00	1.47582	0.00592
51	2.50	1.37099	0.00583
61	3.00	1.26623	0.00573
71	3.50	1.16167	0.00561
81	4.00	1.05753	0.00547
91	4.50	0.95424	0.00531
101	5.00	0.85240	0.00513
111	5.50	0.75286	0.00493
121	6.00	0.65655	0.00471
131	6.50	0.56439	0.00448
141	7.00	0.47714	0.00422
151	7.50	0.39539	0.00395
161	8.00	0.31952	0.00366
171	8.50	0.24957	0.00335
181	9.00	0.18530	0.00302
191	9.50	0.12621	0.00267
201	10.00	0.07162	0.00231
211	10.50	0.02071	0.00192
221	11.00	-0.02739	0.00152
231	11.50	-0.07360	0.00109
241	12.00	-0.11873	0.00065
251	12.50	-0.16344	0.00019

Combinazione nr. 3

N°	Y	u	v
1	0.00	1.15976	0.00607
11	0.50	1.09110	0.00606
21	1.00	1.02244	0.00603
31	1.50	0.95378	0.00598
41	2.00	0.88512	0.00592
51	2.50	0.81649	0.00583
61	3.00	0.74794	0.00573
71	3.50	0.67958	0.00561
81	4.00	0.61158	0.00547
91	4.50	0.54431	0.00531
101	5.00	0.47837	0.00513
111	5.50	0.41459	0.00493
121	6.00	0.35388	0.00471
131	6.50	0.29703	0.00448
141	7.00	0.24455	0.00422
151	7.50	0.19668	0.00395
161	8.00	0.15340	0.00366
171	8.50	0.11453	0.00335
181	9.00	0.07968	0.00302
191	9.50	0.04841	0.00267
201	10.00	0.02014	0.00231
211	10.50	-0.00573	0.00192
221	11.00	-0.02981	0.00152
231	11.50	-0.05271	0.00109
241	12.00	-0.07497	0.00065
251	12.50	-0.09697	0.00019

Combinazione nr. 4

N°	Y	u	v
1	0.00	2.34718	0.00607
11	0.50	2.21967	0.00606
21	1.00	2.09217	0.00603
31	1.50	1.96466	0.00598
41	2.00	1.83716	0.00592
51	2.50	1.70968	0.00583
61	3.00	1.58228	0.00573
71	3.50	1.45511	0.00561
81	4.00	1.32844	0.00547
91	4.50	1.20274	0.00531
101	5.00	1.07868	0.00513
111	5.50	0.95717	0.00493
121	6.00	0.83923	0.00471

PROGETTO ESECUTIVO

131	6.50	0.72584	0.00448
141	7.00	0.61787	0.00422
151	7.50	0.51602	0.00395
161	8.00	0.42075	0.00366
171	8.50	0.33224	0.00335
181	9.00	0.25032	0.00302
191	9.50	0.17448	0.00267
201	10.00	0.10399	0.00231
211	10.50	0.03792	0.00192
221	11.00	-0.02476	0.00152
231	11.50	-0.08511	0.00109
241	12.00	-0.14414	0.00065
251	12.50	-0.20266	0.00019

Combinazione nr. 5

N°	Y	u	v
1	0.00	0.59956	0.00607
11	0.50	0.56278	0.00606
21	1.00	0.52599	0.00603
31	1.50	0.48922	0.00598
41	2.00	0.45246	0.00592
51	2.50	0.41575	0.00583
61	3.00	0.37915	0.00573
71	3.50	0.34275	0.00561
81	4.00	0.30667	0.00547
91	4.50	0.27110	0.00531
101	5.00	0.23639	0.00513
111	5.50	0.20307	0.00493
121	6.00	0.17168	0.00471
131	6.50	0.14261	0.00448
141	7.00	0.11606	0.00422
151	7.50	0.09208	0.00395
161	8.00	0.07062	0.00366
171	8.50	0.05153	0.00335
181	9.00	0.03460	0.00302
191	9.50	0.01954	0.00267
201	10.00	0.00607	0.00231
211	10.50	-0.00616	0.00192
221	11.00	-0.01747	0.00152
231	11.50	-0.02817	0.00109
241	12.00	-0.03855	0.00065
251	12.50	-0.04880	0.00019

Combinazione nr. 6

N°	Y	u	v
1	0.00	4.59847	0.00607
11	0.50	4.36209	0.00606
21	1.00	4.12572	0.00603
31	1.50	3.88935	0.00598
41	2.00	3.65301	0.00592
51	2.50	3.41675	0.00583
61	3.00	3.18070	0.00573
71	3.50	2.94508	0.00561
81	4.00	2.71029	0.00547
91	4.50	2.47696	0.00531
101	5.00	2.24597	0.00513
111	5.50	2.01847	0.00493
121	6.00	1.79580	0.00471
131	6.50	1.57923	0.00448
141	7.00	1.36996	0.00422
151	7.50	1.16900	0.00395
161	8.00	0.97711	0.00366
171	8.50	0.79479	0.00335
181	9.00	0.62216	0.00302
191	9.50	0.45895	0.00267
201	10.00	0.30438	0.00231
211	10.50	0.15728	0.00192
221	11.00	0.01613	0.00152
231	11.50	-0.12081	0.00109
241	12.00	-0.25530	0.00065

PROGETTO ESECUTIVO

251 12.50 -0.38879 0.00019

**Combinazione nr. 7**

N°	Y	u	v
1	0.00	0.38013	0.00607
11	0.50	0.35738	0.00606
21	1.00	0.33463	0.00603
31	1.50	0.31188	0.00598
41	2.00	0.28912	0.00592
51	2.50	0.26638	0.00583
61	3.00	0.24366	0.00573
71	3.50	0.22100	0.00561
81	4.00	0.19844	0.00547
91	4.50	0.17607	0.00531
101	5.00	0.15409	0.00513
111	5.50	0.13287	0.00493
121	6.00	0.11278	0.00471
131	6.50	0.09409	0.00448
141	7.00	0.07694	0.00422
151	7.50	0.06139	0.00395
161	8.00	0.04742	0.00366
171	8.50	0.03495	0.00335
181	9.00	0.02383	0.00302
191	9.50	0.01391	0.00267
201	10.00	0.00499	0.00231
211	10.50	-0.00313	0.00192
221	11.00	-0.01066	0.00152
231	11.50	-0.01780	0.00109
241	12.00	-0.02473	0.00065
251	12.50	-0.03158	0.00019

**Combinazione nr. 8**

N°	Y	u	v
1	0.00	0.38013	0.00607
11	0.50	0.35738	0.00606
21	1.00	0.33463	0.00603
31	1.50	0.31188	0.00598
41	2.00	0.28912	0.00592
51	2.50	0.26638	0.00583
61	3.00	0.24366	0.00573
71	3.50	0.22100	0.00561
81	4.00	0.19844	0.00547
91	4.50	0.17607	0.00531
101	5.00	0.15409	0.00513
111	5.50	0.13287	0.00493
121	6.00	0.11278	0.00471
131	6.50	0.09409	0.00448
141	7.00	0.07694	0.00422
151	7.50	0.06139	0.00395
161	8.00	0.04742	0.00366
171	8.50	0.03495	0.00335
181	9.00	0.02383	0.00302
191	9.50	0.01391	0.00267
201	10.00	0.00499	0.00231
211	10.50	-0.00313	0.00192
221	11.00	-0.01066	0.00152
231	11.50	-0.01780	0.00109
241	12.00	-0.02473	0.00065
251	12.50	-0.03158	0.00019

**Combinazione nr. 9**

N°	Y	u	v
1	0.00	0.38013	0.00607
11	0.50	0.35738	0.00606
21	1.00	0.33463	0.00603
31	1.50	0.31188	0.00598
41	2.00	0.28912	0.00592
51	2.50	0.26638	0.00583
61	3.00	0.24366	0.00573

PROGETTO ESECUTIVO

71	3.50	0.22100	0.00561
81	4.00	0.19844	0.00547
91	4.50	0.17607	0.00531
101	5.00	0.15409	0.00513
111	5.50	0.13287	0.00493
121	6.00	0.11278	0.00471
131	6.50	0.09409	0.00448
141	7.00	0.07694	0.00422
151	7.50	0.06139	0.00395
161	8.00	0.04742	0.00366
171	8.50	0.03495	0.00335
181	9.00	0.02383	0.00302
191	9.50	0.01391	0.00267
201	10.00	0.00499	0.00231
211	10.50	-0.00313	0.00192
221	11.00	-0.01066	0.00152
231	11.50	-0.01780	0.00109
241	12.00	-0.02473	0.00065
251	12.50	-0.03158	0.00019

Combinazione nr. 10

N°	Y	u	v
1	0.00	0.46687	0.00607
11	0.50	0.43853	0.00606
21	1.00	0.41019	0.00603
31	1.50	0.38185	0.00598
41	2.00	0.35352	0.00592
51	2.50	0.32522	0.00583
61	3.00	0.29697	0.00573
71	3.50	0.26884	0.00561
81	4.00	0.24091	0.00547
91	4.50	0.21329	0.00531
101	5.00	0.18626	0.00513
111	5.50	0.16025	0.00493
121	6.00	0.13571	0.00471
131	6.50	0.11293	0.00448
141	7.00	0.09208	0.00422
151	7.50	0.07323	0.00395
161	8.00	0.05633	0.00366
171	8.50	0.04127	0.00335
181	9.00	0.02789	0.00302
191	9.50	0.01598	0.00267
201	10.00	0.00529	0.00231
211	10.50	-0.00442	0.00192
221	11.00	-0.01340	0.00152
231	11.50	-0.02192	0.00109
241	12.00	-0.03018	0.00065
251	12.50	-0.03834	0.00019

Combinazione nr. 11

N°	Y	u	v
1	0.00	0.46687	0.00607
11	0.50	0.43853	0.00606
21	1.00	0.41019	0.00603
31	1.50	0.38185	0.00598
41	2.00	0.35352	0.00592
51	2.50	0.32522	0.00583
61	3.00	0.29697	0.00573
71	3.50	0.26884	0.00561
81	4.00	0.24091	0.00547
91	4.50	0.21329	0.00531
101	5.00	0.18626	0.00513
111	5.50	0.16025	0.00493
121	6.00	0.13571	0.00471
131	6.50	0.11293	0.00448
141	7.00	0.09208	0.00422
151	7.50	0.07323	0.00395
161	8.00	0.05633	0.00366
171	8.50	0.04127	0.00335
181	9.00	0.02789	0.00302

PROGETTO ESECUTIVO

191	9.50	0.01598	0.00267
201	10.00	0.00529	0.00231
211	10.50	-0.00442	0.00192
221	11.00	-0.01340	0.00152
231	11.50	-0.02192	0.00109
241	12.00	-0.03018	0.00065
251	12.50	-0.03834	0.00019

Combinazione nr. 12

N°	Y	u	v
1	0.00	0.46687	0.00607
11	0.50	0.43853	0.00606
21	1.00	0.41019	0.00603
31	1.50	0.38185	0.00598
41	2.00	0.35352	0.00592
51	2.50	0.32522	0.00583
61	3.00	0.29697	0.00573
71	3.50	0.26884	0.00561
81	4.00	0.24091	0.00547
91	4.50	0.21329	0.00531
101	5.00	0.18626	0.00513
111	5.50	0.16025	0.00493
121	6.00	0.13571	0.00471
131	6.50	0.11293	0.00448
141	7.00	0.09208	0.00422
151	7.50	0.07323	0.00395
161	8.00	0.05633	0.00366
171	8.50	0.04127	0.00335
181	9.00	0.02789	0.00302
191	9.50	0.01598	0.00267
201	10.00	0.00529	0.00231
211	10.50	-0.00442	0.00192
221	11.00	-0.01340	0.00152
231	11.50	-0.02192	0.00109
241	12.00	-0.03018	0.00065
251	12.50	-0.03834	0.00019

Verifica armatura pali

Per la verifica delle sezioni si adotta il metodo degli stati limite  
 Coefficiente di sicurezza (Sollecitazione ultima/Sollecitazione esercizio)  $\geq 1.00$ .

Descrizione armatura adottata e caratteristiche sezione

Diametro del palo	100.00	[cm]
Area della sezione trasversale	7853.98	[cmq]
Copriferro	6.00	[cm]

L'armatura del palo è costituita da 12 $\phi$ 20( $A_r=37.70$  cmq) longitudinali e staffe  $\phi$ 10/25.0 cm

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kgm]
N	sforzo normale agente sul palo espresso in [kg] (positivo di compressione)
T	taglio agente sul palo espresso in [kg]
$A_r$	area di armatura espressa in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
$\sigma_f$	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cmq]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
$\sigma_{st}$	tensione nelle staffe espressa in [kg/cmq]
$M_u$	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
$N_u$	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
CS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

PROGETTO ESECUTIVO

T<sub>R</sub> taglio resistente espresso in [kg]  
 CS<sub>T</sub> coefficiente di sicurezza a taglio

Verifica armature a presso-flessione - Combinazione nr. 1

n°	Y	A <sub>r</sub>	M	N	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	CS
1	0.00	37.70	0	0	0	0	1000.000
11	0.50	37.70	0	982	-3	1205115	1227.520
21	1.00	37.70	0	1963	-6	1205113	613.759
31	1.50	37.70	8	2945	3256	1202605	408.321
41	2.00	37.70	135	3927	40411	1173932	298.939
51	2.50	37.70	549	4909	118513	1060221	215.986
61	3.00	37.70	1140	5890	157110	812125	137.871
71	3.50	37.70	2015	6872	168585	575062	83.679
81	4.00	37.70	4039	7854	134817	262178	33.382
91	4.50	37.70	7486	8836	96780	114236	12.929
101	5.00	37.70	12559	9817	80459	62897	6.407
111	5.45	37.70	17660	10701	74890	45379	4.241
121	5.95	37.70	22329	11683	72528	37948	3.248
131	6.45	37.70	25359	12665	71875	35896	2.834
141	6.95	37.70	26699	13646	72194	36900	2.704
151	7.45	37.70	26642	14628	73249	40218	2.749
161	7.95	37.70	25462	15610	75100	46041	2.950
171	8.45	37.70	23404	16592	78055	55334	3.335
181	8.95	37.70	20690	17573	82829	70351	4.003
191	9.45	37.70	17518	18555	91161	96559	5.204
201	9.95	37.70	14064	19537	108283	150419	7.699
211	10.45	37.70	10489	20519	135237	264542	12.893
221	10.95	37.70	6988	21500	165966	510621	23.750
231	11.45	37.70	3889	22482	150475	869792	38.688
241	11.95	37.70	1516	23464	74175	1147876	48.921
251	12.45	37.70	181	24446	8895	1198253	49.017

Verifica armature a taglio - Combinazione nr. 1

n°	Y	T	T <sub>R</sub>	CS <sub>T</sub>
1	0.00	0	73251	149982067.133
11	0.50	0	73251	7336655.892
21	1.00	0	73251	3880716.734
31	1.50	76	73251	965.873
41	2.00	492	73251	148.877
51	2.50	1182	73251	61.988
61	3.00	1182	73251	61.990
71	3.50	2765	73251	26.489
81	4.00	5401	73251	13.561
91	4.50	8453	73251	8.665
101	5.00	11904	73251	6.153
111	5.45	10480	73251	6.989
121	5.95	7699	73251	9.515
131	6.45	4104	73251	17.849
141	6.95	1050	73251	69.769
151	7.45	-1435	73251	51.063
161	7.95	-3403	73251	21.528
171	8.45	-4906	73251	14.930
181	8.95	-5994	73251	12.221
191	9.45	-6709	73251	10.918
201	9.95	-7091	73251	10.331
211	10.45	-7169	73251	10.218
221	10.95	-6669	73251	10.984
231	11.45	-5504	73251	13.309
241	11.95	-3706	73251	19.764
251	12.45	-1289	73251	56.814

Verifica armature a presso-flessione - Combinazione nr. 2

n°	Y	A <sub>r</sub>	M	N	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	CS
1	0.00	37.70	0	0	0	0	1000.000
11	0.50	37.70	0	982	-3	1205115	1227.520
21	1.00	37.70	0	1963	-6	1205113	613.759

PROGETTO ESECUTIVO

31	1.50	37.70	10	2945	4194	1201881	408.075
41	2.00	37.70	134	3927	40212	1174086	298.978
51	2.50	37.70	509	4909	112625	1086608	221.362
61	3.00	37.70	1177	5890	158839	794763	134.923
71	3.50	37.70	2705	6872	156402	397416	57.829
81	4.00	37.70	5376	7854	112405	164221	20.909
91	4.50	37.70	9381	8836	86308	81295	9.201
101	5.00	37.70	14899	9817	76485	50397	5.133
111	5.50	37.70	21173	10799	72165	36808	3.408
121	6.00	37.70	27058	11781	70177	30555	2.594
131	6.50	37.70	32163	12763	69192	27456	2.151
141	7.00	37.70	36093	13744	68792	26197	1.906
151	7.50	37.70	38448	14726	68847	26369	1.791
161	8.00	37.70	38834	15708	69386	28066	1.787
171	8.50	37.70	37181	16690	70528	31659	1.897
181	9.00	37.70	33899	17671	72474	37780	2.138
191	9.50	37.70	29408	18653	75735	48038	2.575
201	10.00	37.70	24093	19635	81607	66506	3.387
211	10.50	37.70	18310	20617	94175	106042	5.144
221	11.00	37.70	12367	21598	125938	219950	10.184
231	11.50	37.70	6870	22580	168053	552335	24.461
241	12.00	37.70	2578	23562	116828	1067772	45.318
251	12.50	37.70	230	24544	11227	1196454	48.748

Verifica armature a taglio - Combinazione nr. 2

n°	Y	T	T <sub>R</sub>	CS <sub>T</sub>
1	0.00	0	73251	139113407.169
11	0.50	0	73251	6828608.400
21	1.00	0	73251	3595637.354
31	1.50	82	73251	888.165
41	2.00	466	73251	157.278
51	2.50	1043	73251	70.246
61	3.00	2043	73251	35.855
71	3.50	4133	73251	17.724
81	4.00	6615	73251	11.074
91	4.50	9464	73251	7.740
101	5.00	12669	73251	5.782
111	5.50	12249	73251	5.980
121	6.00	11043	73251	6.633
131	6.50	9048	73251	8.096
141	7.00	6259	73251	11.703
151	7.50	2672	73251	27.419
161	8.00	-1588	73251	46.126
171	8.50	-5242	73251	13.974
181	9.00	-8026	73251	9.127
191	9.50	-10010	73251	7.318
201	10.00	-11258	73251	6.506
211	10.50	-11843	73251	6.185
221	11.00	-11649	73251	6.288
231	11.50	-9915	73251	7.388
241	12.00	-6688	73251	10.953
251	12.50	-1991	73251	36.784

Verifica armature a presso-flessione - Combinazione nr. 3

n°	Y	A <sub>f</sub>	M	N	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	CS
1	0.00	37.70	0	0	0	0	1000.000
11	0.50	37.70	0	982	-3	1205115	1227.520
21	1.00	37.70	0	1963	-6	1205113	613.759
31	1.50	37.70	8	2945	3255	1202605	408.321
41	2.00	37.70	135	3927	40410	1173933	298.940
51	2.50	37.70	549	4909	118512	1060224	215.987
61	3.00	37.70	1143	5890	157293	810531	137.600
71	3.50	37.70	2275	6872	165424	499796	72.727
81	4.00	37.70	4654	7854	122887	207385	26.405
91	4.50	37.70	8505	8836	90280	93788	10.615
101	5.00	37.70	14035	9817	77755	54391	5.540
111	5.45	37.70	19594	10701	73167	39960	3.734
121	5.95	37.70	24825	11683	71101	33461	2.864



PROGETTO ESECUTIVO

131	6.45	37.70	28434	12665	70437	31372	2.477
141	6.95	37.70	30128	13646	70634	31993	2.344
151	7.45	37.70	30195	14628	71471	34625	2.367
161	7.95	37.70	28948	15610	72973	39350	2.521
171	8.45	37.70	26673	16592	75367	46881	2.826
181	8.95	37.70	23626	17573	79189	58901	3.352
191	9.45	37.70	20037	18555	85690	79352	4.277
201	9.95	37.70	16112	19537	98393	119310	6.107
211	10.45	37.70	12036	20519	123759	210974	10.282
221	10.95	37.70	8033	21500	159342	426490	19.836
231	11.45	37.70	4477	22482	158672	796746	35.439
241	11.95	37.70	1748	23464	84877	1139617	48.569
251	12.45	37.70	209	24446	10254	1197205	48.974

Verifica armature a taglio - Combinazione nr. 3

n°	Y	T	T <sub>R</sub>	CS <sub>T</sub>
1	0.00	0	73251	134861530.724
11	0.50	0	73251	6646730.594
21	1.00	0	73251	3518388.680
31	1.50	76	73251	965.909
41	2.00	492	73251	148.878
51	2.50	1182	73251	61.988
61	3.00	1277	73251	57.353
71	3.50	3429	73251	21.362
81	4.00	6160	73251	11.891
91	4.50	9313	73251	7.866
101	5.00	12871	73251	5.691
111	5.45	11554	73251	6.340
121	5.95	8889	73251	8.240
131	6.45	5044	73251	14.521
141	6.95	1489	73251	49.203
151	7.45	-1410	73251	51.937
161	7.95	-3713	73251	19.727
171	8.45	-5478	73251	13.371
181	8.95	-6762	73251	10.833
191	9.45	-7612	73251	9.622
201	9.95	-8074	73251	9.072
211	10.45	-8183	73251	8.952
221	10.95	-7642	73251	9.586
231	11.45	-6325	73251	11.582
241	11.95	-4268	73251	17.162
251	12.45	-1487	73251	49.250

Verifica armature a presso-flessione - Combinazione nr. 4

n°	Y	A <sub>f</sub>	M	N	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	CS
1	0.00	37.70	0	0	0	0	1000.000
11	0.50	37.70	0	982	-3	1205115	1227.520
21	1.00	37.70	0	1963	-7	1205112	613.759
31	1.50	37.70	10	2945	4194	1201881	408.075
41	2.00	37.70	134	3927	40211	1174086	298.979
51	2.50	37.70	509	4909	112624	1086611	221.363
61	3.00	37.70	1363	5890	165284	714298	121.263
71	3.50	37.70	3189	6872	142983	308115	44.835
81	4.00	37.70	6204	7854	101191	128111	16.312
91	4.50	37.70	10598	8836	82267	68585	7.762
101	5.00	37.70	16557	9817	74509	44181	4.500
111	5.50	37.70	23320	10799	70901	32833	3.040
121	6.00	37.70	29751	11781	69171	27391	2.325
131	6.50	37.70	35456	12763	68277	24577	1.926
141	7.00	37.70	40044	13744	67869	23295	1.695
151	7.50	37.70	43117	14726	67828	23166	1.573
161	8.00	37.70	44277	15708	68150	24177	1.539
171	8.50	37.70	43153	16690	68940	26663	1.598
181	9.00	37.70	39875	17671	70379	31190	1.765
191	9.50	37.70	34963	18653	72813	38846	2.083
201	10.00	37.70	28913	19635	77111	52367	2.667
211	10.50	37.70	22183	20617	85820	79760	3.869
221	11.00	37.70	15121	21598	110760	158209	7.325

PROGETTO ESECUTIVO

231	11.50	37.70	8461	22580	159188	424843	18.815
241	12.00	37.70	3193	23562	133302	983564	41.744
251	12.50	37.70	287	24544	13950	1194352	48.662

Verifica armature a taglio - Combinazione nr. 4

n°	Y	T	T <sub>R</sub>	CS <sub>T</sub>
1	0.00	0	73251	129511549.359
11	0.50	0	73251	6327208.222
21	1.00	0	73251	3320767.424
31	1.50	82	73251	888.191
41	2.00	466	73251	157.279
51	2.50	1043	73251	70.246
61	3.00	2598	73251	28.196
71	3.50	4774	73251	15.343
81	4.00	7347	73251	9.970
91	4.50	10293	73251	7.117
101	5.00	13599	73251	5.387
111	5.50	13289	73251	5.512
121	6.00	12193	73251	6.008
131	6.50	10312	73251	7.104
141	7.00	7641	73251	9.587
151	7.50	4174	73251	17.550
161	8.00	-93	73251	790.323
171	8.50	-4789	73251	15.296
181	9.00	-8522	73251	8.596
191	9.50	-11232	73251	6.521
201	10.00	-12994	73251	5.637
211	10.50	-13908	73251	5.267
221	11.00	-14014	73251	5.227
231	11.50	-12110	73251	6.049
241	12.00	-8255	73251	8.873
251	12.50	-2477	73251	29.569

Verifica armature a presso-flessione - Combinazione nr. 5

n°	Y	A <sub>r</sub>	M	N	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	CS
1	0.00	37.70	0	0	0	0	1000.000
11	0.50	37.70	4	982	5098	1201183	1223.515
21	1.00	37.70	33	1963	20126	1189586	605.851
31	1.50	37.70	112	2945	44539	1170747	397.504
41	2.00	37.70	287	3927	83253	1140870	290.520
51	2.50	37.70	687	4909	135761	970276	197.663
61	3.00	37.70	1302	5890	163486	739439	125.531
71	3.50	37.70	2066	6872	168457	560407	81.546
81	4.00	37.70	3235	7854	152408	369964	47.105
91	4.50	37.70	5489	8836	119071	191672	21.693
101	5.00	37.70	9050	9817	92294	100124	10.199
111	5.45	37.70	12445	10701	83211	71552	6.686
121	5.95	37.70	14995	11683	80370	62616	5.360
131	6.45	37.70	16407	12665	80126	61849	4.884
141	6.95	37.70	16871	13646	81394	65837	4.825
151	7.45	37.70	16561	14628	84072	74260	5.077
161	7.95	37.70	15635	15610	88578	88436	5.665
171	8.45	37.70	14235	16592	96057	111960	6.748
181	8.95	37.70	12486	17573	109423	154004	8.764
191	9.45	37.70	10501	18555	127038	224477	12.098
201	9.95	37.70	8378	19537	149202	347927	17.809
211	10.45	37.70	6207	20519	168247	556211	27.108
221	10.95	37.70	4105	21500	156344	818779	38.082
231	11.45	37.70	2271	22482	110663	1095401	48.723
241	11.95	37.70	881	23464	43968	1171187	49.915
251	12.45	37.70	105	24446	5157	1201138	49.135

Verifica armature a taglio - Combinazione nr. 5

n°	Y	T	T <sub>R</sub>	CS <sub>T</sub>
1	0.00	0	73251	195919012.266
11	0.50	25	73251	2944.025

PROGETTO ESECUTIVO

21	1.00	100	73251	735.888
31	1.50	224	73251	327.045
41	2.00	527	73251	139.057
51	2.50	1100	73251	66.621
61	3.00	1371	73251	53.441
71	3.50	1691	73251	43.314
81	4.00	3321	73251	22.056
91	4.50	5754	73251	12.731
101	5.00	8548	73251	8.569
111	5.45	6241	73251	11.736
121	5.95	3783	73251	19.362
131	6.45	1720	73251	42.579
141	6.95	22	73251	3399.553
151	7.45	-1347	73251	54.399
161	7.95	-2417	73251	30.303
171	8.45	-3223	73251	22.730
181	8.95	-3792	73251	19.316
191	9.45	-4153	73251	17.639
201	9.95	-4327	73251	16.930
211	10.45	-4333	73251	16.905
221	10.95	-3969	73251	18.458
231	11.45	-3237	73251	22.628
241	11.95	-2161	73251	33.904
251	12.45	-746	73251	98.154

Verifica armature a presso-flessione - Combinazione nr. 6

n°	Y	A <sub>r</sub>	M	N	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	CS
1	0.00	37.70	0	0	0	0	1000.000
11	0.50	37.70	6	982	7593	1199258	1221.591
21	1.00	37.70	50	1963	29830	1182097	602.055
31	1.50	37.70	177	2945	69370	1151584	391.009
41	2.00	37.70	531	3927	133064	984850	250.797
51	2.50	37.70	1282	4909	168608	645452	131.494
61	3.00	37.70	2699	5890	144129	314563	53.403
71	3.50	37.70	5309	6872	102748	133007	19.355
81	4.00	37.70	9365	7854	82443	69139	8.803
91	4.50	37.70	15097	8835	74285	43475	4.921
101	5.00	37.70	22724	9817	70090	30280	3.084
111	5.50	37.70	31475	10799	67866	23284	2.156
121	6.00	37.70	39940	11781	66720	19679	1.670
131	6.50	37.70	47681	12762	66087	17689	1.386
141	7.00	37.70	54303	13744	65754	16642	1.211
151	7.50	37.70	59411	14726	65635	16268	1.105
161	8.00	37.70	62606	15708	65704	16485	1.049
171	8.50	37.70	63488	16689	65977	17344	1.039
181	9.00	37.70	61652	17671	66525	19068	1.079
191	9.50	37.70	56708	18653	67524	22210	1.191
201	10.00	37.70	48832	19634	69325	27874	1.420
211	10.50	37.70	38970	20616	72688	38454	1.865
221	11.00	37.70	27536	21598	80549	63178	2.925
231	11.50	37.70	15832	22580	110617	157761	6.987
241	12.00	37.70	6104	23561	168391	649952	27.586
251	12.50	37.70	558	24543	26908	1184352	48.256

Verifica armature a taglio - Combinazione nr. 6

n°	Y	T	T <sub>R</sub>	CS <sub>T</sub>
1	0.00	0	73251	234912986.662
11	0.50	37	73251	1973.805
21	1.00	148	73251	493.401
31	1.50	417	73251	175.851
41	2.00	1060	73251	69.128
51	2.50	1971	73251	37.169
61	3.00	3932	73251	18.631
71	3.50	6587	73251	11.120
81	4.00	9714	73251	7.541
91	4.50	13286	73251	5.513
101	5.00	17293	73251	4.236
111	5.50	17359	73251	4.220

PROGETTO ESECUTIVO

121	6.00	16262	73251	4.504
131	6.50	14382	73251	5.093
141	7.00	11710	73251	6.255
151	7.50	8244	73251	8.886
161	8.00	3977	73251	18.418
171	8.50	-1093	73251	67.030
181	9.00	-6970	73251	10.510
191	9.50	-13400	73251	5.467
201	10.00	-18261	73251	4.011
211	10.50	-21319	73251	3.436
221	11.00	-23915	73251	3.063
231	11.50	-21966	73251	3.335
241	12.00	-15580	73251	4.702
251	12.50	-4808	73251	15.235

Verifica armature a presso-flessione - Combinazione nr. 7

n°	Y	M	N	A <sub>r</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>
1	0.00	0	0	37.70	0.00	0.00
11	0.50	0	982	37.70	0.12	1.75
21	1.00	0	1963	37.70	0.23	3.50
31	1.50	0	2945	37.70	0.35	5.25
41	2.00	21	3927	37.70	0.49	7.24
51	2.50	168	4909	37.70	0.74	10.71
61	3.00	407	5890	37.70	1.08	15.24
71	3.50	646	6872	37.70	1.41	19.76
81	4.00	1118	7854	37.70	1.97	27.04
91	4.50	2477	8836	37.70	3.93	51.21
101	5.00	4921	9817	37.70	9.26	183.78
111	5.45	7266	10701	37.70	14.58	366.61
121	5.95	9041	11683	37.70	18.50	500.70
131	6.45	10068	12665	37.70	20.67	567.20
141	6.95	10470	13646	37.70	21.40	576.58
151	7.45	10359	14628	37.70	20.92	539.59
161	7.95	9838	15610	37.70	19.48	466.68
171	8.45	8999	16592	37.70	17.26	368.42
181	8.95	7924	17573	37.70	14.48	256.68
191	9.45	6686	18555	37.70	11.38	147.49
201	9.95	5351	19537	37.70	8.46	110.48
211	10.45	3977	20519	37.70	6.32	85.22
221	10.95	2640	21500	37.70	4.99	69.06
231	11.45	1465	22482	37.70	4.02	57.12
241	11.95	570	23464	37.70	3.31	48.44
251	12.45	68	24446	37.70	2.97	44.34

Verifica armature a taglio - Combinazione nr. 7

n°	Y	T	τ <sub>c</sub>	σ <sub>st</sub>
1	0.00	0	0.00	0.00
11	0.50	0	0.00	0.00
21	1.00	0	0.00	0.00
31	1.50	0	0.00	0.00
41	2.00	129	0.02	22.93
51	2.50	477	0.08	85.13
61	3.00	477	0.08	85.13
71	3.50	477	0.08	85.13
81	4.00	1738	0.30	317.58
91	4.50	3751	0.87	927.45
101	5.00	6077	1.32	1405.50
111	5.45	4296	0.87	919.64
121	5.95	2685	0.53	560.97
131	6.45	1328	0.26	276.15
141	6.95	204	0.04	42.78
151	7.45	-705	0.14	149.58
161	7.95	-1421	0.29	309.10
171	8.45	-1964	0.42	443.96
181	8.95	-2352	0.53	561.31
191	9.45	-2603	0.62	654.75
201	9.95	-2731	0.63	670.60
211	10.45	-2748	0.54	575.12

PROGETTO ESECUTIVO

221	10.95	-2536	0.43	452.27
231	11.45	-2081	0.35	371.07
241	11.95	-1395	0.23	248.77
251	12.45	-484	0.08	86.23

Verifica armature a presso-flessione - Combinazione nr. 8

n°	Y	M	N	A <sub>r</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>
1	0.00	0	0	37.70	0.00	0.00
11	0.50	0	982	37.70	0.12	1.75
21	1.00	0	1963	37.70	0.23	3.50
31	1.50	0	2945	37.70	0.35	5.25
41	2.00	21	3927	37.70	0.49	7.24
51	2.50	168	4909	37.70	0.74	10.71
61	3.00	407	5890	37.70	1.08	15.24
71	3.50	646	6872	37.70	1.41	19.76
81	4.00	1118	7854	37.70	1.97	27.04
91	4.50	2477	8836	37.70	3.93	51.21
101	5.00	4921	9817	37.70	9.26	183.78
111	5.45	7266	10701	37.70	14.58	366.61
121	5.95	9041	11683	37.70	18.50	500.70
131	6.45	10068	12665	37.70	20.67	567.20
141	6.95	10470	13646	37.70	21.40	576.58
151	7.45	10359	14628	37.70	20.92	539.59
161	7.95	9838	15610	37.70	19.48	466.68
171	8.45	8999	16592	37.70	17.26	368.42
181	8.95	7924	17573	37.70	14.48	256.68
191	9.45	6686	18555	37.70	11.38	147.49
201	9.95	5351	19537	37.70	8.46	110.48
211	10.45	3977	20519	37.70	6.32	85.22
221	10.95	2640	21500	37.70	4.99	69.06
231	11.45	1465	22482	37.70	4.02	57.12
241	11.95	570	23464	37.70	3.31	48.44
251	12.45	68	24446	37.70	2.97	44.34

Verifica armature a taglio - Combinazione nr. 8

n°	Y	T	τ <sub>c</sub>	σ <sub>st</sub>
1	0.00	0	0.00	0.00
11	0.50	0	0.00	0.00
21	1.00	0	0.00	0.00
31	1.50	0	0.00	0.00
41	2.00	129	0.02	22.93
51	2.50	477	0.08	85.13
61	3.00	477	0.08	85.13
71	3.50	477	0.08	85.13
81	4.00	1738	0.30	317.58
91	4.50	3751	0.87	927.45
101	5.00	6077	1.32	1405.50
111	5.45	4296	0.87	919.64
121	5.95	2685	0.53	560.97
131	6.45	1328	0.26	276.15
141	6.95	204	0.04	42.78
151	7.45	-705	0.14	149.58
161	7.95	-1421	0.29	309.10
171	8.45	-1964	0.42	443.96
181	8.95	-2352	0.53	561.31
191	9.45	-2603	0.62	654.75
201	9.95	-2731	0.63	670.60
211	10.45	-2748	0.54	575.12
221	10.95	-2536	0.43	452.27
231	11.45	-2081	0.35	371.07
241	11.95	-1395	0.23	248.77
251	12.45	-484	0.08	86.23

Verifica armature a presso-flessione - Combinazione nr. 9

n°	Y	M	N	A <sub>r</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>
1	0.00	0	0	37.70	0.00	0.00

PROGETTO ESECUTIVO

11	0.50	0	982	37.70	0.12	1.75
21	1.00	0	1963	37.70	0.23	3.50
31	1.50	0	2945	37.70	0.35	5.25
41	2.00	21	3927	37.70	0.49	7.24
51	2.50	168	4909	37.70	0.74	10.71
61	3.00	407	5890	37.70	1.08	15.24
71	3.50	646	6872	37.70	1.41	19.76
81	4.00	1118	7854	37.70	1.97	27.04
91	4.50	2477	8836	37.70	3.93	51.21
101	5.00	4921	9817	37.70	9.26	183.78
111	5.45	7266	10701	37.70	14.58	366.61
121	5.95	9041	11683	37.70	18.50	500.70
131	6.45	10068	12665	37.70	20.67	567.20
141	6.95	10470	13646	37.70	21.40	576.58
151	7.45	10359	14628	37.70	20.92	539.59
161	7.95	9838	15610	37.70	19.48	466.68
171	8.45	8999	16592	37.70	17.26	368.42
181	8.95	7924	17573	37.70	14.48	256.68
191	9.45	6686	18555	37.70	11.38	147.49
201	9.95	5351	19537	37.70	8.46	110.48
211	10.45	3977	20519	37.70	6.32	85.22
221	10.95	2640	21500	37.70	4.99	69.06
231	11.45	1465	22482	37.70	4.02	57.12
241	11.95	570	23464	37.70	3.31	48.44
251	12.45	68	24446	37.70	2.97	44.34

Verifica armature a taglio - Combinazione nr. 9

n°	Y	T	$\tau_c$	$\sigma_{st}$
1	0.00	0	0.00	0.00
11	0.50	0	0.00	0.00
21	1.00	0	0.00	0.00
31	1.50	0	0.00	0.00
41	2.00	129	0.02	22.93
51	2.50	477	0.08	85.13
61	3.00	477	0.08	85.13
71	3.50	477	0.08	85.13
81	4.00	1738	0.30	317.58
91	4.50	3751	0.87	927.45
101	5.00	6077	1.32	1405.50
111	5.45	4296	0.87	919.64
121	5.95	2685	0.53	560.97
131	6.45	1328	0.26	276.15
141	6.95	204	0.04	42.78
151	7.45	-705	0.14	149.58
161	7.95	-1421	0.29	309.10
171	8.45	-1964	0.42	443.96
181	8.95	-2352	0.53	561.31
191	9.45	-2603	0.62	654.75
201	9.95	-2731	0.63	670.60
211	10.45	-2748	0.54	575.12
221	10.95	-2536	0.43	452.27
231	11.45	-2081	0.35	371.07
241	11.95	-1395	0.23	248.77
251	12.45	-484	0.08	86.23

Verifica armature a presso-flessione - Combinazione nr. 10

n°	Y	M	N	$A_f$	$\sigma_c$	$\sigma_f$
1	0.00	0	0	37.70	0.00	0.00
11	0.50	2	982	37.70	0.12	1.77
21	1.00	14	1963	37.70	0.25	3.66
31	1.50	46	2945	37.70	0.39	5.79
41	2.00	131	3927	37.70	0.59	8.52
51	2.50	383	4909	37.70	0.94	13.21
61	3.00	778	5890	37.70	1.42	19.56
71	3.50	1234	6872	37.70	2.00	27.06
81	4.00	1995	7854	37.70	3.12	41.14
91	4.50	3725	8836	37.70	6.67	108.88
101	5.00	6632	9817	37.70	13.29	333.24

PROGETTO ESECUTIVO

111	5.45	9390	10701	37.70	19.51	560.29
121	5.95	11455	11683	37.70	24.07	722.93
131	6.45	12620	12665	37.70	26.56	802.44
141	6.95	13034	13646	37.70	27.32	812.40
151	7.45	12835	14628	37.70	26.67	765.83
161	7.95	12146	15610	37.70	24.87	674.99
171	8.45	11079	16592	37.70	22.16	551.56
181	8.95	9733	17573	37.70	18.76	407.53
191	9.45	8196	18555	37.70	14.88	257.54
201	9.95	6547	19537	37.70	10.89	138.38
211	10.45	4857	20519	37.70	7.57	100.45
221	10.95	3217	21500	37.70	5.54	75.96
231	11.45	1782	22482	37.70	4.32	60.82
241	11.95	692	23464	37.70	3.43	49.86
251	12.45	83	24446	37.70	2.98	44.51

Verifica armature a taglio - Combinazione nr. 10

n°	Y	T	$\tau_c$	$\sigma_{st}$
1	0.00	0	0.00	0.00
11	0.50	10	0.00	1.84
21	1.00	41	0.01	7.36
31	1.50	93	0.02	16.55
41	2.00	294	0.05	52.36
51	2.50	735	0.12	131.11
61	3.00	848	0.14	151.73
71	3.50	980	0.19	197.53
81	4.00	2394	0.54	571.87
91	4.50	4581	1.05	1114.25
101	5.00	7101	1.43	1521.69
111	5.45	5030	0.97	1031.53
121	5.95	3089	0.59	625.13
131	6.45	1457	0.28	294.38
141	6.95	111	0.02	22.47
151	7.45	-976	0.19	200.12
161	7.95	-1828	0.36	381.65
171	8.45	-2472	0.50	530.97
181	8.95	-2929	0.62	658.50
191	9.45	-3221	0.73	773.31
201	9.95	-3365	0.80	851.43
211	10.45	-3376	0.74	781.68
221	10.95	-3102	0.54	577.10
231	11.45	-2536	0.43	452.32
241	11.95	-1696	0.29	302.44
251	12.45	-587	0.10	104.62

Verifica armature a presso-flessione - Combinazione nr. 11

n°	Y	M	N	$A_f$	$\sigma_c$	$\sigma_f$
1	0.00	0	0	37.70	0.00	0.00
11	0.50	2	982	37.70	0.12	1.77
21	1.00	14	1963	37.70	0.25	3.66
31	1.50	46	2945	37.70	0.39	5.79
41	2.00	131	3927	37.70	0.59	8.52
51	2.50	383	4909	37.70	0.94	13.21
61	3.00	778	5890	37.70	1.42	19.56
71	3.50	1234	6872	37.70	2.00	27.06
81	4.00	1995	7854	37.70	3.12	41.14
91	4.50	3725	8836	37.70	6.67	108.88
101	5.00	6632	9817	37.70	13.29	333.24
111	5.45	9390	10701	37.70	19.51	560.29
121	5.95	11455	11683	37.70	24.07	722.93
131	6.45	12620	12665	37.70	26.56	802.44
141	6.95	13034	13646	37.70	27.32	812.40
151	7.45	12835	14628	37.70	26.67	765.83
161	7.95	12146	15610	37.70	24.87	674.99
171	8.45	11079	16592	37.70	22.16	551.56
181	8.95	9733	17573	37.70	18.76	407.53
191	9.45	8196	18555	37.70	14.88	257.54
201	9.95	6547	19537	37.70	10.89	138.38

PROGETTO ESECUTIVO

211	10.45	4857	20519	37.70	7.57	100.45
221	10.95	3217	21500	37.70	5.54	75.96
231	11.45	1782	22482	37.70	4.32	60.82
241	11.95	692	23464	37.70	3.43	49.86
251	12.45	83	24446	37.70	2.98	44.51

Verifica armature a taglio - Combinazione nr. 11

n°	Y	T	$\tau_c$	$\sigma_{st}$
1	0.00	0	0.00	0.00
11	0.50	10	0.00	1.84
21	1.00	41	0.01	7.36
31	1.50	93	0.02	16.55
41	2.00	294	0.05	52.36
51	2.50	735	0.12	131.11
61	3.00	848	0.14	151.73
71	3.50	980	0.19	197.53
81	4.00	2394	0.54	571.87
91	4.50	4581	1.05	1114.25
101	5.00	7101	1.43	1521.69
111	5.45	5030	0.97	1031.53
121	5.95	3089	0.59	625.13
131	6.45	1457	0.28	294.38
141	6.95	111	0.02	22.47
151	7.45	-976	0.19	200.12
161	7.95	-1828	0.36	381.65
171	8.45	-2472	0.50	530.97
181	8.95	-2929	0.62	658.50
191	9.45	-3221	0.73	773.31
201	9.95	-3365	0.80	851.43
211	10.45	-3376	0.74	781.68
221	10.95	-3102	0.54	577.10
231	11.45	-2536	0.43	452.32
241	11.95	-1696	0.29	302.44
251	12.45	-587	0.10	104.62

Verifica armature a presso-flessione - Combinazione nr. 12

n°	Y	M	N	A <sub>r</sub>	$\sigma_c$	$\sigma_f$
1	0.00	0	0	37.70	0.00	0.00
11	0.50	2	982	37.70	0.12	1.77
21	1.00	14	1963	37.70	0.25	3.66
31	1.50	46	2945	37.70	0.39	5.79
41	2.00	131	3927	37.70	0.59	8.52
51	2.50	383	4909	37.70	0.94	13.21
61	3.00	778	5890	37.70	1.42	19.56
71	3.50	1234	6872	37.70	2.00	27.06
81	4.00	1995	7854	37.70	3.12	41.14
91	4.50	3725	8836	37.70	6.67	108.88
101	5.00	6632	9817	37.70	13.29	333.24
111	5.45	9390	10701	37.70	19.51	560.29
121	5.95	11455	11683	37.70	24.07	722.93
131	6.45	12620	12665	37.70	26.56	802.44
141	6.95	13034	13646	37.70	27.32	812.40
151	7.45	12835	14628	37.70	26.67	765.83
161	7.95	12146	15610	37.70	24.87	674.99
171	8.45	11079	16592	37.70	22.16	551.56
181	8.95	9733	17573	37.70	18.76	407.53
191	9.45	8196	18555	37.70	14.88	257.54
201	9.95	6547	19537	37.70	10.89	138.38
211	10.45	4857	20519	37.70	7.57	100.45
221	10.95	3217	21500	37.70	5.54	75.96
231	11.45	1782	22482	37.70	4.32	60.82
241	11.95	692	23464	37.70	3.43	49.86
251	12.45	83	24446	37.70	2.98	44.51

Verifica armature a taglio - Combinazione nr. 12

n°	Y	T	$\tau_c$	$\sigma_{st}$
----	---	---	----------	---------------



PROGETTO ESECUTIVO

1	0.00	0	0.00	0.00
11	0.50	10	0.00	1.84
21	1.00	41	0.01	7.36
31	1.50	93	0.02	16.55
41	2.00	294	0.05	52.36
51	2.50	735	0.12	131.11
61	3.00	848	0.14	151.73
71	3.50	980	0.19	197.53
81	4.00	2394	0.54	571.87
91	4.50	4581	1.05	1114.25
101	5.00	7101	1.43	1521.69
111	5.45	5030	0.97	1031.53
121	5.95	3089	0.59	625.13
131	6.45	1457	0.28	294.38
141	6.95	111	0.02	22.47
151	7.45	-976	0.19	200.12
161	7.95	-1828	0.36	381.65
171	8.45	-2472	0.50	530.97
181	8.95	-2929	0.62	658.50
191	9.45	-3221	0.73	773.31
201	9.95	-3365	0.80	851.43
211	10.45	-3376	0.74	781.68
221	10.95	-3102	0.54	577.10
231	11.45	-2536	0.43	452.32
241	11.95	-1696	0.29	302.44
251	12.45	-587	0.10	104.62

Verifica a SLU \* Diagrammi M-N delle sezioni

Di seguito sono riportati per ogni tratto di armatura i diagrammi di interazione  $M_u-N_u$  della sezione; sono stati calcolati 16 punti per ogni sezione analizzata.

Per la costruzione dei diagrammi limiti si sono assunti i seguenti valori:

Tensione caratteristica cubica del cls	$R_{bk} = 357$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione caratteristica cilindrica del cls (0.83x $R_{bk}$ )	$R_{ck} = 296$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Fattore di riduzione per carico di lunga permanenza	$\psi = 0.85$
Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio	$f_{yk} = 4589$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di sicurezza cls	$\gamma_c = 1.50$
Coefficiente di sicurezza acciaio	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza di calcolo del cls ( $\psi R_{ck} / \gamma_c$ )	$R'_c = 168$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Resistenza di calcolo dell'acciaio ( $f_{yk} / \gamma_s$ )	$R'_s = 3990$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Modulo elastico dell'acciaio	$E_s = 2100000$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Deformazione ultima del calcestruzzo	$\epsilon_{cu} = 0.0035$ (0.35%)
Deformazione del calcestruzzo al limite elastoplastico	$\epsilon_{ck} = 0.0020$ (0.20%)
Deformazione ultima dell'acciaio	$\epsilon_{yu} = 0.0100$ (1.00%)
Deformazione dell'acciaio al limite elastico ( $R'_s / E_s$ )	$\epsilon_{yk} = 0.0015$ (0.19%)

Legame costitutivo del calcestruzzo

Per il legame costitutivo del calcestruzzo si assume il diagramma parabola-rettangolo espresso dalle seguenti relazioni:

Tratto parabolico:  $0 < \epsilon_c < \epsilon_{ck}$

$$\sigma_c = \frac{R'_c (2\epsilon_c \epsilon_{ck} - \epsilon_c^2)}{\epsilon_{ck}^2}$$

Tratto rettangolare:  $\epsilon_{ck} < \epsilon_c < \epsilon_{cu}$

$$\sigma_c = R'_c$$

Legame costitutivo dell'acciaio

Per l'acciaio si assume un comportamento elastico-perfettamente plastico espresso dalle seguenti relazioni:

PROGETTO ESECUTIVO

$$\sigma_s = E_s \varepsilon_s \quad \text{per } 0 \leq \varepsilon_s \leq \varepsilon_{sy}$$

$$\sigma_s = R'_s \quad \text{per } \varepsilon_{sy} < \varepsilon_s \leq \varepsilon_{su}$$

Tratto armatura 1

Nr	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>
1	-150424.37	0.00
2	0.00	60463.42
3	160682.33	111546.18
4	241023.49	131055.84
5	321364.65	145338.06
6	401705.81	157025.70
7	482046.98	164535.79
8	562388.14	168556.31
9	642729.30	168739.59
10	723070.46	164860.70
11	803411.63	158112.48
12	883752.79	148868.33
13	964093.95	136905.73
14	1044435.11	122035.02
15	1124776.28	104108.24
16	1205117.44	0.00
17	1205117.44	0.00
18	1124776.28	-104108.24
19	1044435.11	-122035.02
20	964093.95	-136905.73
21	883752.79	-148868.33
22	803411.63	-158112.48
23	723070.46	-164860.70
24	642729.30	-168739.59
25	562388.14	-168556.31
26	482046.98	-164535.79
27	401705.81	-157025.70
28	321364.65	-145338.06
29	241023.49	-131055.84
30	160682.33	-111546.18
31	0.00	-60463.42
32	-150424.37	0.00

Verifica sezione cordoli

Simbologia adottata

M<sub>h</sub> momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale  
 T<sub>h</sub> taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale  
 M<sub>v</sub> momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale  
 T<sub>v</sub> taglio espresso in [kg] nel piano verticale

**Cordolo N° 1 (X=0.00 m) (Cordolo in c.a.)**

B=120.00 [cm]	H=120.00 [cm]	A <sub>n</sub> =10.05 [cmq]	A <sub>th</sub> =8.04 [cmq]	Staffe φ10/16.00
M <sub>h</sub> =22900 [kgm]	T <sub>h</sub> =45800 [kg]	M <sub>v</sub> =3042 [kgm]	T <sub>v</sub> =4680 [kg]	
σ <sub>c</sub> = 21.18 [kg/cmq]		σ <sub>t</sub> = 2092 [kg/cmq]		τ <sub>c</sub> = 3.94 [kg/cmq]