

allegato n. 9.2	titolo abbreviato: SP EX SS N 415 - LOTTO 3	
---------------------------	---	--



PROVINCIA DI CREMONA
SETTORE INFRASTRUTTURE STRADALI

S.P. ex S.S. n. 415 "PAULLESE"
AMMODERNAMENTO TRATTO "CREMA-SPINO D'ADDA"

LOTTO N. 3 - "NUOVO PONTE SUL FIUME ADDA"
LAVORI DI RADDOPPIO DEL PONTE SUL FIUME ADDA
E DEI RELATIVI RACCORDI IN PROVINCIA DI CREMONA E LODI

1	revisione a seguito verifica UTP		FEBBRAIO 2016
0	prima emissione		DICEMBRE 2015
emissione	descrizione	disegnato	data emissione
livello: PROGETTO DEFINITIVO		codice CUP: G41B03000270002	
elaborato: O.A. N.1 - PONTE SUL FIUME ADDA RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI BERLINESE DI PROTEZIONE SPALLE		codice: 15E10-RC03	
		allegato n.:	scala:
		9.2	
IL PROGETTISTA SPECIALISTICO	IL PROGETTISTA GENERALE	IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	data
(Ing. Virginio Brocajoli)	(Ing. Davide Pisana)	(Ing. Roberto Vanzini)	27 MAG. 2016
Percorso file: U:\lavori\09\Projects\SS415\PONTE SPINO\Definitivo_CR\00_COPERTINE.dwg			

**S.P. CR ex S.S. 415"PAULLESE" : Ammodernamento tratto Crema - Spino d'Adda
LOTTO 3**

**RELAZIONE DI CALCOLO BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE
DELLE SPALLE DEL NUOVO PONTE SUL FIUME ADDA**

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

1.	Introduzione	4
1.1	Generalità	4
2.	Normativa di riferimento	4
2.1	Normativa emessa dallo stato italiano	4
3.	Metodo di analisi	4
3.1	Calcolo della profondità di infissione	4
3.2	Calcolo della spinte	5
3.2.1	Spinta in presenza di falda	6
3.2.2	Spinta in presenza di sisma	7
3.2.3	Tiranti di ancoraggio	7
3.2.3.1	Calcolo della lunghezza di ancoraggio	7
3.2.4	Analisi ad elementi finiti	9
3.2.5	Schematizzazione del terreno	9
3.2.6	Modalità di analisi e comportamento elasto-plastico del terreno	10
3.2.7	Analisi per fasi di scavo	11
3.2.8	Verifica alla stabilità globale	11
4.	Geometria paratia	12
5.	Geometria cordoli	12
6.	Geometria profilo terreno	13
7.	Descrizione terreni	14
7.1	Descrizione stratigrafia	14
8.	Caratteristiche materiali utilizzati	15
9.	Condizioni di carico	15
10.	Caratteristiche tiranti di ancoraggio	16
10.1	Descrizione tiranti di ancoraggio	16
11.	Fasi di scavo	17
11.1	Impostazioni di progetto	18
11.2	Impostazioni di analisi	19
11.2.1	Analisi per Fasi di Scavo.	19
11.2.2	Impostazioni analisi sismica	19
12.	Analisi della paratia	20
12.1	Forze agenti sulla paratia	20
12.2	Risultati tiranti	23
12.3	Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia	26
12.4	Spostamenti massimi e minimi della paratia	28

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

12.5	Stabilità globale	29
12.6	Descrizione armatura micropali e caratteristiche sezione	33
12.7	Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)	33
12.8	Verifica a SLU * Diagrammi M-N delle sezioni	34
12.9	Verifica sezione cordoli	37
13.	Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)	38

1. Introduzione

Oggetto del presente elaborato sono i calcoli relativi opere provvisoriali per la realizzazione delle spalle del Ponte sul fiume Adda a sezione composta acciaio - calcestruzzo da realizzarsi nell'ambito dei lavori ammodernamento della S.P. CR ex S.S. n. 415 "Paullese" - Ammodernamento tratto "Crema-Spino d'Adda" - Lotto n. 3 "Nuovo ponte sul fiume Adda"

1.1 Generalità

Per la realizzazione delle spalle si rende necessario lo scavo a tergo della sede attuale della Paullese, per sostenere il rilevato si opta per una paratia di micropali pluritirantata di sviluppo pari a circa 11 mt che sostiene uno scavo avente altezza massima pari a 9.00 mt

Le geometrie della struttura sono dettagliate negli appositi elaborati grafici. Qui di seguito, nelle illustrazioni via via riportate, si riportano le informazioni salienti.

2. Normativa di riferimento

I calcoli sviluppati nel seguito sono stati svolti nello spirito del metodo "*agli Stati Limite*" e nel rispetto della normativa vigente; in particolare si sono osservate le prescrizioni contenute nelle seguenti:

2.1 Normativa emessa dallo stato italiano

Legge 05.11.1971 n. 1086 : "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";

Ministero delle infrastrutture e dei trasporti – D.M. 14/01/2008 : " Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"

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. Metodo di analisi

3.1 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 controspinta 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 controspinta 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 c

3.2 Calcolo della spinte

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 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.

// rispetto a

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.

3.2.1 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

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

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w 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 *idrostatico*.

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:

$$\gamma_w \times h$$

3.2.2 Spinta in presenza di sisma

Per tenere conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di **Mononobe-Okabe** (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

Il metodo di Mononobe-Okabe 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 1/2 dell'altezza della parete stessa (diagramma rettangolare).

3.2.3 Tiranti di ancoraggio

Le paratie possono essere tirantate, con tiranti attivi o con tiranti passivi, realizzati entrambi tramite perforazione e iniezione del foro con malta in pressione previa sistemazione delle armature opportune.

I tiranti attivi, contrariamente ai tiranti passivi, sono sottoposti ad uno sforzo di pretensione prendendo il contrasto sulla struttura stessa. Il tiro finale sul tirante attivo dipende sia dalla pretensione che dalla deformazione della struttura oltre che dalle cadute di tensione. Nel caso di tiranti passivi il tiro dipende unicamente dalla deformabilità della struttura. L'armatura dei tiranti attivi è costituita da trefoli ad alta resistenza (trefoli per c.a.p.), viceversa i tiranti passivi possono essere armati con trefoli o con tondini o, in alcuni casi, con profilati tubolari.

La capacità di resistenza dei tiranti è legata all'attrito e all'aderenza fra superficie del tirante e terreno.

3.2.3.1 Calcolo della lunghezza di ancoraggio

La lunghezza di ancoraggio (fondazione) del tirante si calcola determinando la lunghezza massima atta a soddisfare le tre seguenti condizioni:

1. Lunghezza necessaria per garantire l'equilibrio fra tensione tangenziale che si sviluppa fra la superficie laterale del tirante ed il terreno e lo sforzo applicato al tirante;
2. Lunghezza necessaria a garantire l'aderenza malta-armatura;
3. Lunghezza necessaria a garantire la resistenza della malta.

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

Siano N lo sforzo nel tirante, δ l'angolo d'attrito tirante-terreno, c_a l'adesione tirante-terreno, γ il peso di volume del terreno, D ed L_f il diametro e la lunghezza di ancoraggio (o lunghezza efficace) del tirante ed H la profondità media al di sotto del piano campagna abbiamo la relazione

$$N = \pi D L_f \gamma H K_s \operatorname{tg} \delta + \pi D L_f c_a$$

da cui si ricava la lunghezza di ancoraggio L_f

$$L_f = \frac{N}{\pi D \gamma H K_s \operatorname{tg} \delta + \pi D c_a}$$

K_s rappresenta il coefficiente di spinta che si assume pari al coefficiente di spinta a riposo

$$K_s = K_0 = 1 - \sin \phi$$

Per quanto riguarda la seconda condizione, la lunghezza necessaria atta a garantire l'aderenza malta-armatura è data dalla relazione

$$L_f = \frac{N}{\pi d \tau_{c0} \omega}$$

dove d è la somma dei diametri dei trefoli disposti nel tirante, τ_{c0} è la resistenza tangenziale limite della malta ed ω è un coefficiente correttivo dipendente dal numero di trefoli ($\omega = 1 - 0.075 [n \text{ trefoli} - 1]$)

Per quanto riguarda la verifica della terza condizione si impone che la tensione tangenziale limite tirante-terreno non possa superare il valore τ_c ottenuto come media fra la τ_{c0} e la τ_{c1} della malta.

Alla lunghezza efficace determinata prendendo il massimo valore di L_f si deve aggiungere la lunghezza di franco L che rappresenta la lunghezza del tratto compreso fra la paratia e la superficie di ancoraggio.

La lunghezza totale del tirante sarà quindi data da

$$L_t = L_f + L$$

Nel caso di tiranti attivi, cioè tiranti soggetti ad uno stato di pretensione, bisogna considerare le cadute di tensione. A tale scopo è stato introdotto il coefficiente di caduta di tensione, β , che rappresenta il rapporto fra lo sforzo N_0 al momento del tiro e lo sforzo N in esercizio

$$\beta = N_0 / N$$

3.2.4 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_t 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_t , 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).

3.2.5 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 Kg/cm^2), l'equivalenza, in termini di rigidità, si esprime come

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

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

rigidezza di tutto il sistema paratia-terreno sarà data dall'assemblaggio delle matrici di rigidezza degli elementi della paratia (elementi a rigidezza flessionale, tagliante ed assiale), delle matrici di rigidezza dei tiranti (solo rigidezza assiale) e delle molle (rigidezza assiale).

3.2.6 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 rigidezza, u vettore degli spostamenti nodali, p vettore dei carichi nodali)

$$Ku=p$$

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 rigidezza 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.

3.2.7 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

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

Le modalità di analisi sono più complicate nel caso di tiranti attivi in quanto è importante conoscere la modalità di tiro: infatti il tirante può essere tesato prima dello scavo, oppure tesato alla fine della corrispondente fase di scavo, oppure al termine di tutto lo scavo. Nella fase in cui il tirante è tesato verrà inserita una molla con uno stato di pretensione pari allo sforzo di tesatura. Nelle fasi successive il tirante verrà considerato come una semplice molla che 'ricorda', naturalmente, lo sforzo della fase precedente.

Ovviamente si otterranno soluzioni differenti in funzione della modalità di tiro selezionata.

Nel caso di tiranti attivi, inoltre, è analizzata una fase ulteriore (a lungo termine) nella quale il tiro iniziale è depurato delle cadute di tensione.

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.

3.2.8 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.

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

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

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \operatorname{tg} \phi_i \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove n è il numero delle strisce considerate, b e α_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 ϕ_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 η . 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.

4. Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di micropali**

Altezza fuori terra	9,00	[m]
Profondità di infissione	6,00	[m]
Altezza totale della paratia	15,00	[m]
Lunghezza paratia	11.06	[m]
Numero di file di micropali	1	
Interasse fra i micropali della fila	0,33	[m]
Diametro dei micropali	20,00	[cm]
Numero totale di micropali	29	
Numero di micropali per metro lineare	2.90	
Diametro esterno del tubolare	139,00	[mm]
Spessore del tubolare	12,00	[mm]

5. 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 [cm³]

n°	Y	Tipo	B	H	A	W	
1	0,00	Calcestruzzo	50,00	50,00	--	--	
2	2,00	Acciaio	--	--	84,60	600,00	(2UPN 240)
3	5,00	Acciaio	--	--	84,60	600,00	(2UPN 240)

6. Geoetria 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	10,00	0,00	0,00

Profilo di valle - Fase n° 1

N	X	Y	A
1	-10,00	-3,00	0,00
2	0,00	-3,00	0,00

Profilo di valle - Fase n° 4

N	X	Y	A
1	-10,00	-6,00	0,00
2	0,00	-6,00	0,00

Profilo di valle - Fase n° 7

N	X	Y	A
1	-10,00	-9,00	0,00
2	0,00	-9,00	0,00

7. Descrizione terreni

Si utilizzano i dati relativi al rilevato stradale ed al terreno tipo C come compiutamente definiti nella relazione geotecnica a cui si rimanda

7.1 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/cm²/cm
 α inclinazione dello strato espressa in GRADI(°)

Terreno Terreno associato allo strato

n°	sp	α	kw	Terreno
1	9,00	0,00	2,38	RILEVATO STRADALE
2	12,00	0,00	7,93	TERRENO TIPO C

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia 8,00 [m]

Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia 8,00 [m]

Regime delle pressioni neutre: **Idrostatico**

8. Caratteristiche materiali utilizzati

Calcestruzzo

Peso specifico 2500 [kg/mc]

Classe di Resistenza C25/30

Acciaio

Tipo B450C

Caratteristiche acciaio cordoli in c.a.

Tipo B450C

Caratteristiche acciaio cordoli in acciaio.

Tipo S355 JR

Malta utilizzata per i tiranti

Classe di Resistenza C25/30

Acciaio utilizzato per i tiranti

Tipo Acciaio armonico

9. 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_f 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 $X_i = 1,00$ $X_f = 10,00$ $Q_i = 3000$ $Q_f = 3000$

10. Caratteristiche tiranti di ancoraggio

Calcolo tiranti: PROGETTO

Per il calcolo dei tiranti è stato utilizzato il metodo di BUSTAMANTE-DOIX

I parametri di interazione tiranti-terreno sono stati definiti come percentuale di angolo di attrito e coesione dello strato:

- Aliquota angolo di attrito 100,00 %

- Aliquota coesione 0,00 %

Numero di file di tiranti 2

Tiranti attivi armati con trefoli

Coefficiente cadute di tensione 1,30

Superficie di ancoraggio Angolo di attrito

Coefficiente di spinta Spinta attiva

Franco laterale 0,20 [m]

10.1 Descrizione tiranti di ancoraggio

Simbologia adottata - Caratteristiche geometriche

N numero d'ordine della fila

Y ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia

I interasse tra le file di tiranti espressa in [m]

alfa inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]

D diametro della perforazione espresso in [cm]

Cesp coeff. di espansione laterale

ALL allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)

nr numero di tiranti della fila

Simbologia adottata - Caratteristiche armatura e di interazione con il terreno

N	numero d'ordine della fila
At	area del singolo trefolo espressa in [cmq]
nt	numero di trefoli del tirante
T	tiro iniziale espresso in [kg]

Caratteristiche geometriche

N	Y	I	Alfa	D	Cesp	ALL	nr
1	2,00	1,65	30,00	18,00	1,20	Centrati	7
2	5,00	1,65	30,00	18,00	1,20	Sfalsati	6

Caratteristiche armatura e di interazione con il terreno

N	At	nt	T
1	1,39	4	30000
2	1.39	4	30000

11. Fasi di scavo*Simbologia adottata*

n° identificativo della fase nell'elenco definito

Fase Descrizione dell'i-esima fase

Tempo Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Scavo fino alla profondità di 3.00 metri	0
2	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=3.00]	0
3	Inserimento tirante 1 (X=2.00) [Hscavo=3.00]	1
4	Tesatura tirante 1 N=30000 [Hscavo=3.00]	2
5	Scavo fino alla profondità di 6.00 metri	3
6	Inserimento tirante 2 (X=5.00) [Hscavo=6.00]	4
7	Tesatura tirante 2 N=30000 [Hscavo=6.00]	5
8	Scavo fino alla profondità di 9.00 metri	6
9	Inserimento sisma	7
10	Quota falda valle 8.00 metri - Quota falda monte 8.00 metri [Hscavo=9.00]	8

11.1 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:

Carichi Effetto	A1	A2		
Permanenti Favorevole		// _{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti Sfavorevole		// _{Gsfav}	1,30	1,00
Variabili Favorevole		// _{Qfav}	0,00	0,00
Variabili Sfavorevole		// _{Qsfav}	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	M1	M2		
Tangente dell'angolo di attrito	// _{tan}	//'	1,00	1,25
Coesione efficace	// _{c'}		1,00	1,25
Resistenza non drenata	// _{cu}		1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	// _{qu}		1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	///		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		// _{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti Sfavorevole		// _{Gsfav}	1,00	1,00
Variabili Favorevole		// _{Qfav}	0,00	0,00
Variabili Sfavorevole		// _{Qsfav}	1,00	1,00

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	M1	M2		
Tangente dell'angolo di attrito	// _{tan}	//'	1,00	1,25
Coesione efficace	// _c		1,00	1,25
Resistenza non drenata	// _{cu}		1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	// _{qu}		1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	///		1,00	1,00

Verifica materiali : Stato Limite Ultimo**11.2 Impostazioni di analisi****11.2.1 Analisi per Fasi di Scavo.**Rottura del terreno: Pressione passivaImpostazioni analisi per fasi di scavo:

Analisi per coefficienti tipo A1-M1

Analisi per coefficienti tipo A2-M2

Influenza ~~parametri~~ ~~parziali~~ Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva Ka e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)

Stabilità globale: Metodo di Fellenius**11.2.2 Impostazioni analisi sismica**

Combinazioni/Fase	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	0.348	0.248
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F ₀	2.557	2.496
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*	0.219	0.193
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.000	1.000
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.800	1.800
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (//)	0.519	0.519
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U _s [m]	0.075	0.075
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (//)	0.425	0.425

Coefficiente di intensità sismica (percento) 1.407 1.003
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv) 0.00
 Influenza sisma nella spinta attiva da monte
 Forma diagramma incremento sismico : Rettangolare

12. Analisi della paratia

L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 180 elementi fuori terra e 120 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	9,00	[m]
Profondità di infissione	6,00	[m]
Altezza totale della paratia	15,00	[m]

12.1 Forze agenti sulla paratia

Tutte le forze si intendono positive se dirette da monte verso valle. Esse sono riferite ad un metro di larghezza della paratia. Le Y hanno come origine la testa della paratia, e sono espresse in [m]

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Pa	Spinta attiva, espressa in [kg]
Is	Incremento sismico della spinta, espressa in [kg]
Pw	Spinta della falda, espressa in [kg]
Pp	Resistenza passiva, espressa in [kg]
Pc	Controspinta, espressa in [kg]

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

n°	Tipo	Pa	Y _{Pa}	Is	Y _{Is}	Pw	Y _{Pw}	Pp	Y _{Pp}	Pc	Y _{Pc}
1	[A1-M1]	3788	2,14	--	--	0	0,00	-6954	4,23	3167	6,74
2	[A1-M1]	3788	2,14	--	--	0	0,00	-6955	4,23	3167	6,74
3	[A1-M1]	19132	1,89	--	--	0	0,00	-4826	4,35	3881	5,48
4	[A1-M1]	24004	2,79	--	--	0	0,00	-6356	7,33	1891	9,90
5	[A1-M1]	24004	2,79	--	--	0	0,00	-6356	7,33	1891	9,90
6	[A1-M1]	37282	3,54	--	--	0	0,00	-5047	7,43	2720	8,13
7	[A1-M1]	45016	4,54	--	--	0	0,00	-12665	10,66	4630	12,67
8	[A1-M1] S	43058	4,45	869	4,50	0	0,00	-11444	10,77	4295	12,78
9	[A1-M1] S	42109	4,41	933	4,50	0	0,00	-10179	11,42	3971	13,50
1	[A2-M2]	4448	2,16	--	--	0	0,00	-9137	4,82	4688	7,34
2	[A2-M2]	4448	2,16	--	--	0	0,00	-9137	4,82	4689	7,34
3	[A2-M2]	20176	1,94	--	--	0	0,00	-8021	4,94	6033	6,12
4	[A2-M2]	25569	2,88	--	--	0	0,00	-8437	7,96	3307	10,38
5	[A2-M2]	25569	2,88	--	--	0	0,00	-8437	7,96	3307	10,38
6	[A2-M2]	39202	3,61	--	--	0	0,00	-8117	8,05	4770	8,91
7	[A2-M2]	47481	4,62	--	--	0	0,00	-13977	11,40	5720	13,48
8	[A2-M2] S	46913	4,64	999	4,50	0	0,00	-14268	11,42	5838	13,50
9	[A2-M2] S	48730	4,78	1122	4,50	0	0,00	-15370	12,69	7375	14,62

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Rc	Risultante carichi esterni applicati, espressa in [kg]
Rt	Risultante delle reazioni dei tiranti (componente orizzontale), espressa in [kg]
Rv	Risultante delle reazioni dei vincoli, espressa in [kg]
Rp	Risultante delle reazioni dei puntoni, espressa in [kg]

n°	Tipo	Rc	Y _{Rc}	Rt	Y _{Rt}	Rv	Y _{Rv}	Rp	Y _{Rp}
1	[A1-M1]	0	0,00	0	0,00	--	--	--	--
2	[A1-M1]	0	0,00	1	2,00	--	--	--	--
3	[A1-M1]	0	0,00	18187	2,00	--	--	--	--

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

4	[A1-M1]	0	0,00	19540	2,00	--	--	--	--
5	[A1-M1]	0	0,00	19540	2,00	--	--	--	--
6	[A1-M1]	0	0,00	34955	3,34	--	--	--	--
7	[A1-M1]	0	0,00	36984	3,46	--	--	--	--
8	[A1-M1] S	0	0,00	36775	3,45	--	--	--	--
9	[A1-M1] S	0	0,00	36839	3,46	--	--	--	--
1	[A2-M2]	0	0,00	0	0,00	--	--	--	--
2	[A2-M2]	0	0,00	2	2,00	--	--	--	--
3	[A2-M2]	0	0,00	18188	2,00	--	--	--	--
4	[A2-M2]	0	0,00	20442	2,00	--	--	--	--
5	[A2-M2]	0	0,00	20442	2,00	--	--	--	--
6	[A2-M2]	0	0,00	35854	3,30	--	--	--	--
7	[A2-M2]	0	0,00	39230	3,49	--	--	--	--
8	[A2-M2] S	0	0,00	39475	3,50	--	--	--	--
9	[A2-M2] S	0	0,00	41857	3,60	--	--	--	--

Simbologia adottata

n° Indice della Combinazione/Fase

Tipo Tipo della Combinazione/Fase

P_{NUL} Punto di nullo del diagramma, espresso in [m]P_{INV} Punto di inversione del diagramma, espresso in [m]C_{ROT} Punto Centro di rotazione, espresso in [m]

MP Percentuale molle plasticizzate, espressa in [%]

R/R_{MAX} Rapporto tra lo sforzo reale nelle molle e lo sforzo che le molle sarebbero in grado di esplicare, espresso in [%]P_p Portanza di punta, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL}	P _{INV}	C _{ROT}	MP	R/R _{MAX}	P _p
1	[A1-M1]	3,23	4,00	5,16	8.30	1,05	13397
2	[A1-M1]	3,23	4,00	5,16	8.30	1,05	13397
3	[A1-M1]	3,23	4,00	3,50	0.00	0,88	13397
4	[A1-M1]	6,38	7,00	8,72	11.60	1,29	13397

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

5	[A1-M1]	6,38	7,00	8,72	11.60	1,29	13397
6	[A1-M1]	6,38	7,05	6,57	0.00	1,15	13397
7	[A1-M1]	9,53	10,80	11,55	29.75	3,86	13397
8	[A1-M1] S	9,56	10,95	11,68	33.06	4,62	13397
9	[A1-M1] S	9,98	11,85	12,47	47.93	5,91	13397
1	[A2-M2]	3,42	4,80	5,72	14.94	2,55	6149
2	[A2-M2]	3,42	4,80	5,72	14.94	2,55	6149
3	[A2-M2]	3,42	4,80	3,74	0.00	2,48	6149
4	[A2-M2]	6,68	7,90	9,24	20.99	3,31	6149
5	[A2-M2]	6,68	7,90	9,24	20.99	3,31	6149
6	[A2-M2]	6,68	7,90	6,88	0.00	3,32	6149
7	[A2-M2]	9,94	11,85	12,45	47.93	8,50	6149
8	[A2-M2] S	9,96	11,85	12,47	47.93	8,68	6149
9	[A2-M2] S	10,67	13,50	13,93	75.21	23,38	6149

12.2 Risultati tiranti**Caratteristiche dei tiranti utilizzati***Simbologia adottata*

Y	ordinata della fila rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
nt	numero di tiranti della fila
N	sforzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
A _f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
Rt/ml	reazione a metro lineare del tirante della fila espresso in [kg]
// _f	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cm ²]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]

2 file di tiranti attivi armati con trefoli

n°	Y	nt	A _f	L	L _f
1	2,00	7	5,56	11,50	4,17
2	5,00	6	3,72	11,30	6,51

Fase n° 1 - [A1-M1] - sono presenti tiranti.

Fase n° 2 - [A1-M1] - numero di tiranti presenti nella fase sono 1.

N°	N	Rt/ml	// _f	u
1	2	1,11	0,29	1,68557

Fase n° 3 - [A1-M1] - numero di tiranti presenti nella fase sono 1.

N°	N	Rt/ml	// _f	u
1	30002	21001,11		5395,97 1,40009

Fase n° 4 - [A1-M1] - numero di tiranti presenti nella fase sono 1.

N°	N	Rt/ml	// _f	u
1	32233	22563,20		5797,33 1,56474

Fase n° 5 - [A1-M1] - numero di tiranti presenti nella fase sono 2.

N°	N	Rt/ml	// _f	u
1	32233	22563,25		5797,34 1,56474
2	0	0,14	0,06	0,94491

Fase n° 6 - [A1-M1] - numero di tiranti presenti nella fase sono 2.

N°	N	Rt/ml	// _f	u
1	31947	22362,72		5745,82 1,56139
2	30000	18000,14		8064,58 0,71320

Fase n° 7 - [A1-M1] - numero di tiranti presenti nella fase sono 2.

N°	N	Rt/ml	// _f	u
1	31367	21956,99		5641,57 1,52135

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

2	34580	20748,27	9295,82	1,04182
---	-------	----------	---------	---------

Fase n° 8 - [A1-M1] S - numero di tiranti presenti nella fase sono 2.

N°	N	Rt/ml	// _f	u
1	31274	21892,03		5624,88
				1,51433
2	34287	20572,09		9216,89
				1,02066

Fase n° 9 - [A1-M1] S - numero di tiranti presenti nella fase sono 2.

N°	N	Rt/ml	// _f	u
1	31214	21850,02		5614,09
				1,51001
2	34479	20687,62		9268,65
				1,03445

Fase n° 1 - [A2-M2] - sono presenti tiranti.

Fase n° 2 - [A2-M2] - numero di tiranti presenti nella fase sono 1.

N°	N	Rt/ml	// _f	u
1	3	1,78	0,46	3,28857

Fase n° 3 - [A2-M2] - numero di tiranti presenti nella fase sono 1.

N°	N	Rt/ml	// _f	u
1	30003	21001,78		5396,14
				3,00727

Fase n° 4 - [A2-M2] - numero di tiranti presenti nella fase sono 1.

N°	N	Rt/ml	// _f	u
1	33720	23603,93		6064,73
				3,28154

Fase n° 5 - [A2-M2] - numero di tiranti presenti nella fase sono 2.

N°	N	Rt/ml	// _f	u
1	33720	23604,00		6064,75
				3,28154
2	1	0,32	0,14	2,01844

Fase n° 6 - [A2-M2] - numero di tiranti presenti nella fase sono 2.

N°	N	Rt/ml	// _f	u
----	---	-------	-----------------	---

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

1	33430	23400,77	6012,53	3,27791
2	30001	18000,32	8064,66	1,79001

Fase n° 7 - [A2-M2] - numero di tiranti presenti nella fase sono 2.

N°	N	Rt/ml	$\frac{R}{t}$	u
1	32543	22780,32	5853,11	3,21698
2	37530	22518,29	10088,84	2,33031

Fase n° 8 - [A2-M2] S - numero di tiranti presenti nella fase sono 2.

N°	N	Rt/ml	$\frac{R}{t}$	u
1	32563	22794,30	5856,71	3,21872
2	37980	22787,74	10209,56	2,36259

Fase n° 9 - [A2-M2] S - numero di tiranti presenti nella fase sono 2.

N°	N	Rt/ml	$\frac{R}{t}$	u
1	32143	22500,13	5781,12	3,19072
2	43054	25832,19	11573,56	2,72680

12.3 Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
M	momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]
N	sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)
T	taglio massimo e minimo espresso in [kg]

n°	Tipo	M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	
1	[A1-M1]	6288	4,10	3788	3,20	3416	15,00	MAX
--	--	-281	8,40	-2994	5,15	0	0,00	MIN

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

2	[A1-M1]	6289	4,10	3788	3,20	3417	15,00	MAX
--	--	-281	8,40	-2994	5,15	0	0,00	MIN
3	[A1-M1]	7223	2,00	10078	2,00	13917	15,00	MAX
--	--	-221	8,40	-8109	2,00	0	0,00	MIN
4	[A1-M1]	10046	2,00	11278	2,00	14698	15,00	MAX
--	--	-2830	5,00	-8262	2,00	0	0,00	MIN
5	[A1-M1]	10046	2,00	11278	2,00	14698	15,00	MAX
--	--	-2830	5,00	-8263	2,00	0	0,00	MIN
6	[A1-M1]	9264	2,00	10658	2,00	23598	15,00	MAX
--	--	-1132	5,95	-8709	2,00	0	0,00	MIN
7	[A1-M1]	9488	2,00	11291	2,00	24769	15,00	MAX
--	--	-7944	7,70	-11179	5,00	0	0,00	MIN
8	[A1-M1] S	9409	2,00	11287	2,00	24649	15,00	MAX
--	--	-7601	7,70	-11055	5,00	0	0,00	MIN
9	[A1-M1] S	9371	2,00	11305	2,00	24685	15,00	MAX
--	--	-8003	8,05	-10655	5,00	0	0,00	MIN
1	[A2-M2]	9209	4,65	4448	3,40	3416	15,00	MAX
--	--	-468	9,05	-4375	5,70	0	0,00	MIN
2	[A2-M2]	9210	4,65	4448	3,40	3417	15,00	MAX
--	--	-468	9,05	-4375	5,70	0	0,00	MIN
3	[A2-M2]	8118	4,70	10327	2,00	13917	15,00	MAX
--	--	-423	9,10	-7861	2,00	0	0,00	MIN
4	[A2-M2]	10312	2,00	12108	2,00	15218	15,00	MAX
--	--	-3560	5,00	-8334	2,00	0	0,00	MIN
5	[A2-M2]	10312	2,00	12108	2,00	15219	15,00	MAX
--	--	-3561	5,00	-8334	2,00	0	0,00	MIN
6	[A2-M2]	9537	2,00	11493	2,00	24117	15,00	MAX
--	--	-1977	5,95	-8773	2,00	0	0,00	MIN
7	[A2-M2]	10052	5,00	12546	2,00	26066	15,00	MAX
--	--	-10000	7,95	-12810	5,00	0	0,00	MIN
8	[A2-M2] S	10180	5,00	12616	2,00	26208	15,00	MAX
--	--	-10291	7,95	-13088	5,00	0	0,00	MIN
9	[A2-M2] S	13742	5,00	13349	2,00	27583	15,00	MAX

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

-- -- -13687 8,35 -15294 5,00 0 0,00 MIN

12.4 Spostamenti massimi e minimi della paratia

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase

Tipo Tipo della combinazione/fase

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

U spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle

V spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U	Y _u	V	Y _v	
1	[A1-M1]	3,3171	0,00	0,0088	0,00	MAX
--	--	-0,0598	6,20	0,0000	0,00	MIN
2	[A1-M1]	3,3174	0,00	0,0088	0,00	MAX
--	--	-0,0598	6,20	0,0000	0,00	MIN
3	[A1-M1]	3,2871	0,00	0,0555	0,00	MAX
--	--	-0,0470	6,25	0,0000	0,00	MIN
4	[A1-M1]	3,0051	0,00	0,0590	0,00	MAX
--	--	-0,0154	9,50	0,0000	0,00	MIN
5	[A1-M1]	3,0050	0,00	0,0590	0,00	MAX
--	--	-0,0154	9,50	0,0000	0,00	MIN
6	[A1-M1]	3,0265	0,00	0,0893	0,00	MAX
--	--	-0,0107	9,65	0,0000	0,00	MIN
7	[A1-M1]	3,0405	0,00	0,0931	0,00	MAX
--	--	-0,0363	12,35	0,0000	0,00	MIN
8	[A1-M1] S	3,0308	0,00	0,0927	0,00	MAX
--	--	-0,0339	12,50	0,0000	0,00	MIN
9	[A1-M1] S	3,0340	0,00	0,0928	0,00	MAX
--	--	-0,0337	13,25	0,0000	0,00	MIN
1	[A2-M2]	5,9694	0,00	0,0088	0,00	MAX
--	--	-0,0871	6,80	0,0000	0,00	MIN
2	[A2-M2]	5,9698	0,00	0,0088	0,00	MAX

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

--	--	-0,0871 6,80	0,0000 0,00	MIN
3	[A2-M2]	5,9271 0,00	0,0555 0,00	MAX
--	--	-0,0767 6,85	0,0000 0,00	MIN
4	[A2-M2]	5,1076 0,00	0,0613 0,00	MAX
--	--	-0,0257 10,05	0,0000 0,00	MIN
5	[A2-M2]	5,1075 0,00	0,0613 0,00	MAX
--	--	-0,0257 10,05	0,0000 0,00	MIN
6	[A2-M2]	5,1297 0,00	0,0916 0,00	MAX
--	--	-0,0232 10,10	0,0000 0,00	MIN
7	[A2-M2]	5,1489 0,00	0,0980 0,00	MAX
--	--	-0,0485 13,25	0,0000 0,00	MIN
8	[A2-M2] S	5,1530 0,00	0,0985 0,00	MAX
--	--	-0,0495 13,25	0,0000 0,00	MIN
9	[A2-M2] S	5,1501 0,00	0,1030 0,00	MAX
--	--	-0,1569 15,00	0,0000 0,00	MIN

12.5 Stabilità globale

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 100

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase

Tipo Tipo della combinazione/fase

(X_c; Y_c) Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]

R Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]

(X_v; Y_v) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]

(X_M; Y_M) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]

FS Coefficiente di sicurezza

n°	Tipo	(X _c , Y _c)	R	(X _v , Y _v)	(X _M , Y _M)	FS
1	[A2-M2]	(-3,00; 0,00)	15,30	(-18,01; -2,96)	(12,30; 0,00)	5,63
2	[A2-M2]	(-3,00; 0,00)	15,30	(-18,01; -2,96)	(12,30; 0,00)	5,63

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

3	[A2-M2]	(-3,00; 0,00)	15,30	(-18,01; -2,96)	(12,30; 0,00)	5,63
4	[A2-M2]	(-3,00; 0,00)	15,30	(-17,08; -5,97)	(12,30; 0,00)	2,89
5	[A2-M2]	(-3,00; 0,00)	15,30	(-17,08; -5,97)	(12,30; 0,00)	2,89
6	[A2-M2]	(-3,00; 0,00)	15,30	(-17,08; -5,97)	(12,30; 0,00)	2,92
7	[A2-M2]	(-3,00; 0,00)	15,30	(-15,38; -8,99)	(12,30; 0,00)	1,81
8	[A2-M2] S	(-3,00; 0,00)	15,30	(-15,38; -8,99)	(12,30; 0,00)	1,77
9	[A2-M2] S	(-6,00; 0,00)	16,16	(-19,43; -8,99)	(10,16; 0,00)	1,19

Fase n° 9 - [A2-M2] S

Numero di strisce 50

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]

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

// angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm²]

b larghezza della striscia espressa in [m]

L sviluppo della base della striscia espressa in [m] ($L=b/\cos //$)

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm²]

Ctn, Ctt contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kg]

Caratteristiche delle strisce

N°	W	// ⁰	W sin //	//	c	u	(Ctn; Ctt)
1	1080,27	-54,41	-878,47	1,01	32,01	0,000	0,140 (0; 0)

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

2	2037,28	-50,96	-1582,33	0,93	32,01	0,000	0,217	(0; 0)
3	2886,44	-47,75	-2136,53	0,88	32,01	0,000	0,286	(0; 0)
4	3647,34	-44,73	-2566,71	0,83	32,01	0,000	0,347	(0; 0)
5	4333,66	-41,86	-2891,64	0,79	32,01	0,000	0,403	(0; 0)
6	4955,37	-39,11	-3125,79	0,76	32,01	0,000	0,453	(0; 0)
7	5520,02	-36,47	-3280,72	0,73	32,01	0,000	0,499	(0; 0)
8	6033,47	-33,91	-3365,93	0,71	32,01	0,000	0,540	(0; 0)
9	6500,37	-31,43	-3389,46	0,69	32,01	0,000	0,578	(0; 0)
10	6924,47	-29,01	-3358,19	0,67	32,01	0,000	0,613	(0; 0)
11	7308,82	-26,65	-3278,20	0,66	32,01	0,000	0,644	(0; 0)
12	7655,96	-24,34	-3154,86	0,65	32,01	0,000	0,672	(0; 0)
13	7967,97	-22,06	-2993,03	0,64	32,01	0,000	0,697	(0; 0)
14	8246,63	-19,83	-2797,15	0,63	32,01	0,000	0,719	(0; 0)
15	8493,38	-17,62	-2571,30	0,62	32,01	0,000	0,739	(0; 0)
16	8709,47	-15,44	-2319,31	0,61	32,01	0,000	0,757	(0; 0)
17	8895,92	-13,29	-2044,76	0,60	32,01	0,000	0,772	(0; 0)
18	9053,57	-11,15	-1751,05	0,60	32,01	0,000	0,785	(0; 0)
19	9183,13	-9,03	-1441,45	0,60	32,01	0,000	0,795	(0; 0)
20	9285,13	-6,92	-1119,08	0,59	32,01	0,000	0,804	(0; 0)
21	9360,00	-4,82	-787,00	0,59	32,01	0,000	0,810	(0; 0)
22	9408,05	-2,73	-448,18	0,59	32,01	0,000	0,813	(0; 0)
23	9429,48	-0,64	-105,57	0,59	32,01	0,000	0,815	(0; 0)
24	9424,36	1,45	237,94	0,59	32,01	0,000	0,815	(0; 0)
25	9392,69	3,54	579,43	0,59	32,01	0,000	0,812	(0; 0)
26	9334,32	5,63	916,00	0,59	32,01	0,000	0,807	(0; 0)
27	9249,03	7,73	1244,69	0,59	32,01	0,000	0,801	(0; 0)
28	9136,46	9,85	1562,51	0,60	32,01	0,000	0,791	(0; 0)
29	8996,15	11,97	1866,36	0,60	32,01	0,000	0,780	(0; 0)
30	8827,48	14,12	2153,07	0,61	32,01	0,000	0,766	(0; 0)
31	8629,72	16,28	2419,34	0,61	32,01	0,000	0,750	(0; 0)
32	8401,93	18,47	2661,68	0,62	32,01	0,000	0,732	(0; 0)
33	8143,04	20,69	2876,44	0,63	32,01	0,000	0,711	(0; 0)
34	18180,95	22,95	7089,80	0,65	32,01	0,000	0,687	(0; 0)

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

35	18604,93	25,27	7943,29	0,66	32,01	0,000	0,661	(0; 0)
36	19801,99	27,64	9186,82	0,67	32,01	0,000	0,631	(0; 0)
37	19388,88	30,06	9712,36	0,69	32,01	0,000	0,598	(0; 0)
38	18932,90	32,54	10184,32	0,71	32,01	0,000	0,562	(0; 0)
39	18430,52	35,09	10595,91	0,73	32,01	0,000	0,522	(0; 0)
40	17877,34	37,73	10939,29	0,76	32,01	0,000	0,477	(0; 0)
41	17267,87	40,46	11205,29	0,79	32,01	0,000	0,429	(0; 0)
42	16595,09	43,31	11382,85	0,82	32,01	0,000	0,375	(0; 0)
43	15849,82	46,30	11458,33	0,86	32,01	0,000	0,316	(0; 0)
44	15019,63	49,46	11414,27	0,92	32,01	0,000	0,250	(0; 0)
45	14087,06	52,84	11227,39	0,99	32,01	0,000	0,175	(0; 0)
46	13026,07	56,52	10864,68	1,08	32,01	0,000	0,091	(8836; 537)
47	11804,87	60,60	10284,38	1,22	32,01	0,000	0,000	(0; 0)
48	10390,15	65,29	9438,90	1,43	32,01	0,000	0,000	(6630; 0)
49	8572,35	71,10	8110,10	1,84	32,01	0,000	0,000	(0; 0)
50	4323,53	82,19	4283,37	4,39	32,01	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 0,00 [kg]

$\Sigma W_i = 504605,28$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 130452,12$ [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 262114,98$ [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,00$ [kg]

12.6 Descrizione armatura micropali e caratteristiche sezione

Diametro del micropalo	20,00 cm
Area della sezione trasversale	314,16 cmq
Diametro esterno del tubolare	139,00 mm
Spessore del tubolare	12,00 mm
Area della sezione tubolare	47,88 cmq
Inerzia della sezione tubolare	973,90 cm ⁴

12.7 Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)*Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
Mu	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
Nu	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
T	taglio espresso in [kg]
Tr	taglio resistente espresso in [kg]
FS _T	fattore di sicurezza a taglio

n°	Tipo	Y	M	N	Mu	Nu	FS
1	[A1-M1]	4,10	2168	322	7571	1124	3.49
2	[A1-M1]	4,10	2169	322	7571	1125	3.49
3	[A1-M1]	2,00	2491	3778	7490	11361	3.01
4	[A1-M1]	2,00	3464	4047	7510	8775	2.17
5	[A1-M1]	2,00	3464	4047	7510	8775	2.17

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

6	[A1-M1]	2,00	3195	4013	7505	9428	2.35
7	[A1-M1]	2,00	3272	3943	7508	9049	2.29
8	[A1-M1] S	2,00	3244	3932	7508	9098	2.31
9	[A1-M1] S	2,00	3232	3924	7508	9117	2.32
1	[A2-M2]	4,65	3176	365	7573	871	2.38
2	[A2-M2]	4,65	3176	366	7573	872	2.38
3	[A2-M2]	4,70	2799	3990	7495	10684	2.68
4	[A2-M2]	2,00	3556	4227	7509	8926	2.11
5	[A2-M2]	2,00	3556	4227	7509	8926	2.11
6	[A2-M2]	2,00	3289	4192	7504	9564	2.28
7	[A2-M2]	5,00	3466	8203	7441	17608	2.15
8	[A2-M2] S	7,95	-3549	8483	-7439	17785	2.10
9	[A2-M2] S	5,00	4739	8726	7471	13757	1.58

12.8 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	$R_{bk} = 306$ [kg/cm ²]
Tensione caratteristica cilindrica del cls (0.83x R_{bk})	$R_{ck} = 254$ (Kg/cm ²)
Fattore di riduzione per carico di lunga permanenza	$\Psi = 0.85$
Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio	$f_{yk} = 4589$ [kg/cm ²]
Coefficiente di sicurezza cls	$\gamma_c = 1.50$
Coefficiente di sicurezza acciaio	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza di calcolo del cls ($\Psi R_{ck}/\gamma_c$)	$R^*_c = 144$ (Kg/cm ²)
Resistenza di calcolo dell'acciaio (f_{yk}/γ_s)	$R^*_s = 3990$ (Kg/cm ²)
Modulo elastico dell'acciaio	$E_s = 2100000$ (Kg/cm ²)
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%)

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

Deformazione dell'acciaio al limite elastico (R_s^*/E_s)

$$\varepsilon_{yk} = 0.0015(0.19\%)$$

Legame costitutivo del calcestruzzo

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

Tratto parabolico: $0 \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_{ck}$

$$\sigma_c = \frac{R_c^* (2\varepsilon_c \varepsilon_{ck} - \varepsilon_c^2)}{\varepsilon_{ck}^2}$$

Tratto rettangolare: $\varepsilon_{ck} < \varepsilon_c \leq \varepsilon_{cu}$

$$\sigma_c = R_c^*$$

Legame costitutivo dell'acciaio

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

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

$$\sigma_s = R_s^* \quad \text{per } \varepsilon_{sy} < \varepsilon_s \leq \varepsilon_{su}$$

Tratto armatura 1

Nr	N _u	M _u
1	-191038,95	0,00
2	0,00	7579,67
3	30293,31	7340,60
4	45439,97	6977,18
5	60586,63	6597,72
6	75733,29	6196,35
7	90879,94	5783,15
8	106026,60	5351,25
9	121173,26	4891,47

Relazione di calcolo BERLINESE PROVVISORIALE PER REALIZZAZIONE SPALLE

10	136319,92	4404,90
11	151466,57	3882,92
12	166613,23	3315,71
13	181759,89	2693,75
14	196906,54	2023,22
15	212053,20	1310,12
16	227199,86	0,00
17	227199,86	0,00
18	212053,20	-1310,12
19	196906,54	-2023,22
20	181759,89	-2693,75
21	166613,23	-3315,71
22	151466,57	-3882,92
23	136319,92	-4404,90
24	121173,26	-4891,47
25	106026,60	-5351,25
26	90879,94	-5783,15
27	75733,29	-6196,35
28	60586,63	-6597,72
29	45439,97	-6977,18
30	30293,31	-7340,60
31	0,00	-7579,67
32	-191038,95	0,00

12.9 Verifica sezione cordoli*Simbologia adottata*

M_h momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale

T_h taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale

M_v momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale

T_v taglio espresso in [kg] nel piano verticale

Cordolo N° 1 (X=0,00 m) (Cordolo in c.a.)

$B=50,00$ [cm]	$H=50,00$ [cm]		
$A_{fv}=8,04$ [cmq]	$A_{fh}=8,04$ [cmq]	Staffe $\phi 10/25$	$N_{bh}=2 - N_{bv}=2$
$M_h=1810$ [kgm]	$M_{uh}=14330$ [kgm]	$FS=7.92$	
$T_h=3619$ [kg]	$T_{Rh}=27932$ [kg]	$FS_T=7.72$	
$M_v=34$ [kgm]	$M_{uv}=14330$ [kgm]	$FS=421.07$	
$T_v=206$ [kg]	$T_R=27932$ [kg]	$FS_{Tv}=135.43$	

Cordolo N° 2 (X=2,00 m) (Cordolo in acciaio)

$A=84,60$ [cmq]	$W=600,00$ [cm ³]		
$M_h=5749$ [kgm]	$T_h=15331$ [kg]	$M_v=3353$ [kgm]	$T_v=9058$ [kg]
$\sigma_f = 958,20$ [kg/cmq]	$\tau_f = 181,22$ [kg/cmq]	$\sigma_{id} = 1008,30$ [kg/cmq]	

Cordolo N° 3 (X=5,00 m) (Cordolo in acciaio)

$A=84,60$ [cmq]	$W=600,00$ [cm ³]		
$M_h=6292$ [kgm]	$T_h=16779$ [kg]	$M_v=3667$ [kgm]	$T_v=9893$ [kg]
$\sigma_f = 1048,66$ [kg/cmq]	$\tau_f = 198,33$ [kg/cmq]	$\sigma_{id} = 1103,49$ [kg/cmq]	

13. Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con l'analisi statica non-lineare, utilizzando il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato limite indotto dai carichi statici. L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti, schematizzando la struttura in elementi lineari e nodi. Le incognite del problema sono le componenti di spostamento in corrispondenza di ogni nodo (2 spostamenti e 1 rotazioni).

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	PAC - Analisi e Calcolo Paratie
Versione	10.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Licenza	AIS 20105A

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.