



# Provincia di Benevento

SERVIZIO VIABILITA' 1 e CONNESSE INFRASTRUTTURE

## PROGETTO ESECUTIVO

"Lavori di risanamento movimenti franosi lungo la S.P. 94 e S.P. 95 -  
realizzazione paratia di pali C lungo la S.P. 95 in territorio di Casalduni"

Ente finanziatore: REGIONE CAMPANIA

Fonte di finanziamento: FSC 2014/2020 - Del. CIPE 54/2016 DGR 104/2018 e ss.mm.ii.

Decreto dirigenziale ammissione provvisoria a finanziamento: D.G.7 n.178 del 29/04/2019

Stazione Appaltante: PROVINCIA DI BENEVENTO - SETTORE TECNICO -

Progettazione strutturale: ing. Sabatino CECERE

Progettazione - D.L.: ing. Stefania RISPOLI

Geologo: dott. Antonio PAGNOTTO

Collaudatore Statico: arch. Giancarlo MARCARELLI



Responsabile del procedimento: ing. Stefania RISPOLI

Allegato:

**01**

SP94-95\_RL\_01

**RELAZIONE TECNICA-DESCRITTIVA**

scala

Responsabile del servizio viabilità 1 e connesse infrastrutture

p.d. delegata  
ing. Salvatore MINICOZZI

Data ottobre 2017

Revisione:maggio 2019 Aggiornamento

Protocollo



## Provincia di Benevento

### Lavori di risanamento movimenti franosi in atto lungo la S.P.N.94 "CASALDUNI" e la S.P.N.95 "CASALDUNI - ZINGARA MORTA"

#### INQUADRAMENTO AREE OGGETTO DI INTERVENTO



## **1 RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA**

### **1.1 GENERALITA'**

La relazione che segue si riferisce ai lavori di sistemazione di tre versanti in frana, due lungo la strada provinciale n°94 e uno sulla strada provinciale n°95 nel territorio comunale di Casalduni (BN). In particolare saranno realizzate tre paratie di pali trivellati che costeggerà il margine delle due strade provinciali per un tratto rispettivamente:

Frana A SP94 di circa 25 m.

Frana B Sp94 di circa 25 m

Frana SP95 di circa 28m

I pali in c.a. avranno diametro 100 cm, interasse 1.20 m e lunghezza la prima e la terza di 15.20 m. e la seconda di 15,70 m Saranno sormontati da una trave di coronamento di larghezza 1,20m e di altezza di 1 m. Per la descrizione di dettaglio delle strutture in questione si fa riferimento ai disegni allegati.

### **1.2 UNITA' DI MISURA**

Le grandezze sono generalmente espresse in unità del Sistema Internazionale (SI) di cui alle direttive comunitarie 89/617/CEE. In particolare: a) per le lunghezze: m (metro) cm (centimetro) mm (millimetro) b) per le forze: N (Newton) kN (kiloNewton) Altre unità di misura del Sistema Tecnico utilizzate per le forze vanno intese, con buona approssimazione ai fini pratici, come multipli dell'unità di forza (Newton); in particolare: il chilogrammo (kg):  $1 \text{ kg} \approx 1 \text{ daN} = 10 \text{ N}$  la tonnellata (t):  $1 \text{ t} \approx 10000 \text{ N}$

### **1.3 NORME DI RIFERIMENTO**

Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 Norme tecniche per le costruzioni. Circolare 2/2/2009 n.617 del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008. DM 5 novembre 2001, n. 6792 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade

### **1.4 ZONA SISMICA Comune di CASALDUNI (BN)**

Classificazione sismica: Zona 1 (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 – Delibera della Giunta Regionale delle Marche n. 1046 del 29.07.2003)

| Stato Limite                                 | Tr [anni] | $a_d$ [g] | F <sub>0</sub> | T <sub>c</sub> [s] |
|--|-----------|-----------|----------------|--------------------|
| Operatività (SLO)                            | 30        | 0,062     | 2,430          | 0,280              |
| Danno (SLD)                                  | 50        | 0,083     | 2,362          | 0,296              |
| Salvaguardia vita (SLV)                      | 475       | 0,265     | 2,302          | 0,372              |
| Prevenzione collasso (SLC)                   | 975       | 0,362     | 2,322          | 0,391              |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 50        |           |                |                    |

## 2 RELAZIONE SUI MATERIALI

I materiali utilizzati nella realizzazione delle opere in oggetto hanno le caratteristiche di seguito illustrate.

### Aggregati

Saranno utilizzati esclusivamente aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali: sabbia, ghiaia e pietrisco provenienti da fiume o da cava o comunque dalla disgregazione naturale o dalla frantumazione di rocce compatte non gelive e di natura silicea, quarzosa, granitica o calcarea; pulita ed esente da sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc. o altro materiale che possa compromettere le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche del calcestruzzo. Di norma si utilizzeranno sabbia lavata, ghiaietto vagliato e ghiaia vagliata. Gli aggregati devono essere conformi alle caratteristiche previste dalla norma UNI 8520 parte 2.

### Leganti

Devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici conformi alla UNI-EN 197/1, controllati e certificati secondo la normativa vigente.

- Dosaggio minimo 320 kg per metro cubo di impasto per il conglomerato cementizio strutturale per la classe di esposizione XC3 (cls strutturale)
- Dosaggio minimo 200 kg per metro cubo di impasto per il conglomerato cementizio da utilizzare come sottofondazione (magro di fondazione).

### Acqua di impasto

L'acqua di impasto dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003, potabile o limpida e dolce e non contenere percentuali dannose di sali (solfati e cloruri) e altre sostanze che possano compromettere le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche del calcestruzzo.

### Additivi

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2. L'uso di additivi deve essere concordato preventivamente con la Committenza.

### Conglomerati cementizi

La distribuzione granulometrica degli inerti, il dosaggio del cemento, la consistenza dell'impasto ed il procedimento di posa dei conglomerati dovranno conferire agli stessi impermeabilità ed adeguata resistenza caratteristica, in relazione ai richiesti requisiti di resistenza meccanica e di durabilità. Ai fini della durabilità delle opere si assume una classe di esposizione (UNI 11104/2004):

Classe di esposizione: XC3

Copriferro minimo: 5 cm

rapporto acqua/cemento:  $a/c \leq 0,55$

classe di consistenza: S4

diametro massimo aggregati: 25 mm

Ai fini delle verifiche di resistenza si assumono i valori seguenti:

$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$  (resistenza cubica caratteristica)

$f_{ck} = 0,83 R_{ck} = 24,90 \text{ N/mm}^2$  (resistenza cilindrica caratteristica)

$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32,90 \text{ N/mm}^2$  (resistenza cilindrica media)

$\gamma_c = 1,5$  (coeff. parziale)

$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 16,5 \text{ N/mm}^2$  (resistenza di progetto)

$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0,3} = 32588 \text{ N/mm}^2$  (modulo elastico istantaneo)

In ottemperanza all'art. 10.1 del D.M. 14/01/2008 e al punto C.10.1 della Circolare 2/02/2009 n. 617, si esplicita che il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto. Le procedure e le prove di accettazione sul calcestruzzo sono riportate al punto 11.2 del citato D.M.

### Armature

Le barre di acciaio per l'armatura metallica devono avere le caratteristiche prescritte dalle leggi vigenti in materia, in particolare le barre devono essere non ossidate o corrose, prive di difetti apparenti, quali screpolature, sbavature, bruciature e risultare pulite da tutte quelle sostanze (oli, grassi, terra) che possono ridurre sensibilmente l'aderenza al conglomerato e nuocere al loro impiego.

L'acciaio B450C o FeB44k controllato in stabilimento, in barre ad aderenza migliorata, è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

$f_{y,nom} = 450 \text{ N/mm}^2$

$f_{t,nom} = 540 \text{ N/mm}^2$

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella:

Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} \geq f_{y,nom}$  (frattile 5%)

Tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} \geq f_{t,nom}$  (frattile 5%)

### **3 RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI**

Sono state eseguite le necessarie indagini, dirette ad approfondire la caratterizzazione geotecnica qualitativa e quantitativa del sottosuolo ed a caratterizzare compiutamente il dissesto franoso. Si fa pertanto ampio riferimento alle seguenti relazioni: "Lavori di risanamento movimenti franosi in atto lungo la SP94 Casalduni" e "Lavori di risanamento movimenti franosi in atto lungo la SP95 Casalduni – Zingara Morta" sistemazione dei versanti in frana - Relazione Geologica e Geotecnica dell'Aprile 2016 dello Studio di Geologia tecnica, geofisica e di geologia ambientale del Dott. Geol. Antonio Pagnotto Come osservato nella citata relazione geologico-geotecnica, la frana è attiva con movimento rototraslativo di profondità media dell'ordine di 5-6 m con valori massimi intorno ai 6,5 m, con nicchia di distacco che interessa le strade provinciali SP94 e SP95. Ai fini dei calcoli di verifica condotti e della caratterizzazione geotecnica del terreno, si fa riferimento alle risultanze delle analisi sui sondaggi, in corrispondenza del quale la frana raggiunge la profondità massima di distacco.

La verifica nei confronti degli stati limite ultimi consiste nel verificare che sia rispettata la condizione: dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni e  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del terreno. Per la determinazione di  $E_d$  si fa riferimento alle combinazioni A1 e A2; per la valutazione di  $R_d$  si fa riferimento alle combinazioni M1 e M2 (rif. Punto 6.2.3 del D.M. 14/01/2008). La validità delle ipotesi di progetto sarà controllata durante la costruzione.

### **4 CODICE DI CALCOLO ADOTTATO**

Il codice di calcolo adottato è SPW sviluppato dalla GeoStru Software, un'azienda che sviluppa software tecnico professionale per l'ingegneria strutturale, la geotecnica, la geologia, la geomeccanica, l'idrologia e le prove sui terreni.

La GeoStru dal 1° giugno del 2009 ha ottenuto la Certificazione Aziendale UNI EN ISO 9001:2008 da parte della CVI Italia s.r.l. con certificato n° 7007 per: Progettazione e vendita di software.

Alla luce di quanto prescritto dalla norma D.M. 14 gennaio 2008, al punto 10.2, l'azienda ha predisposto la documentazione riguardante l'affidabilità del codice di calcolo, disponibile sul sito [http://www.geostru.com/IT/validazione\\_codice\\_calcolo.aspx](http://www.geostru.com/IT/validazione_codice_calcolo.aspx) in cui si discute esplicitamente dei seguenti punti:

- Individuazione dei campi di impiego del programma;
- Descrizione delle basi teoriche;
- Sperimentazione del programma attraverso l'ausilio di casi di prova completamente risolti e commentati.

## 5 ANALISI DEI CARICHI

### 5.1 PESO PROPRIO

Nel determinare il peso proprio della struttura, si utilizza il peso Specifico del Cemento armato:  $\gamma_{cls} = 25$  KN/m<sup>3</sup> Il peso proprio della struttura è direttamente portato in conto dal programma di calcolo in funzione delle caratteristiche geometriche degli elementi di modello.

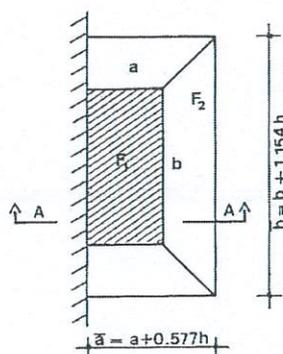
### 5.2 CARICO PERMANENTE

E' stato considerato come carico permanente il carico della massciata stradale che è stato posto pari a 9,0 kN/mq

### 5.3 CARICO ACCIDENTALE

i carichi mobili su rilevato stradale in generale viene assunta con la seguente intensità:  $P_{acc}=20$  kN/mq Per i pali viene calcolato il sovraccarico uniformemente distribuito sul rilevato considerando l'accidentale definito al punto 5.1.3.3.5 NTC 2008 e punto 5.1.3.3.7.1 Circolare 2 febbraio 2009 n.617 e calcolando la ripartizione in base all'altezza del palo.

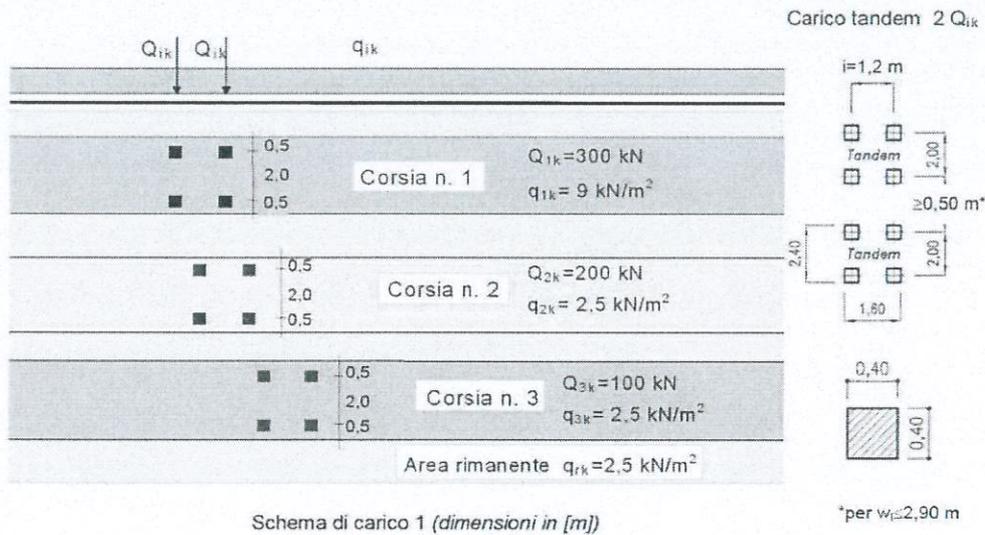
Si può considerare applicato lo schema di carico 1, in cui per semplicità i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga  $a=3.0$ m e lunga  $b=2.2$ m. Inoltre in un rilevato correttamente consolidato, sempre secondo le Norme precedentemente citate, si può assumere una diffusione del carico con un angolo di 30°. Lo schema di carico 1 prevede la presenza di carichi su due assi in tandem, per un totale di 600kN. Distribuendo tali carichi su una superficie  $F_1$  di 3.0 x 2.2m, si ottiene un carico distribuito  $p_v$ :  $p_v=600/(2.2*3)=90.9$ kN/mq.



I carichi mobili per ponti di prima categoria che consistono in colonne di carico della seguente intensità:

| Posizione | Carico Asse | $Q_{ik}$ [kN] | $q_{ik}$ [kN/mq] |
|-----------|-------------|---------------|------------------|
| Corsia    | Numero 1    | 300           | 9.00             |
| Corsia    | Numero 2    | 200           | 2.50             |
| Corsia    | Numero 3    | 100           | 2.50             |
| Altre     | corsie      | 0.00          | 2.50             |

La distribuzione, gli interassi tra le forze concentrate e gli ingombri delle colonne di carico sono riportate nella figura seguente.



Considerata la tipologia di opera, costituita da paratie, la verifica viene eseguita considerando il sovraccarico convenzionale della corsia n.1.

$$Q_{1k} = 300 \text{ kN} \quad 2 Q_{1k} = 600 \text{ kN}$$

vengono ripartiti su area  $3,00 \times 2,20$

carico accidentale di calcolo

$$Q = (300 \times 2) : ((2,20 + 2 + 2) \times (3 + 2)) = 16,2 \text{ kN/mq}$$

$$q_{1k} = 9 \text{ kN/mq}$$

considerata la combinazione più gravosa, costituita dal carico tandem come principale il carico distribuito  $q_{1k}$  secondario ed adottando un Coefficiente  $\psi_0$  di combinazione pari a 0,40 si ha

$$q = q_{1k} \times \psi_0 = 3,6 \text{ kN/mq}$$

$$P_{acc} = 3,6 + 16,2 = 20,0 \text{ kN/mq}$$

#### 5.4 CARICO ECCEZIONALE AUTO IN SVIO

Il DM 14/01/2008 definisce, ai paragrafi 5.1.3.10 e 3.6.3.3.2, le azioni da considerare nel caso di collisioni / urto di veicolo in svio. L'azione orizzontale agente sulla barriera è pari a 100 kN applicata su una lunghezza di 50 cm ad un'altezza, nel caso in esame, di 1,0 m dal vertice del palo [min tra  $(H_{barriera} - 0,1)$  e 1,00 m]. Per i carichi verticali deve assumersi il secondo schema di carico di cui al paragrafo 5.1.3.3 delle NTC 2008 (due impronte  $35 \times 60$  cm di 200 kN ciascuna poste ad interasse di 200 cm), applicato in adiacenza al sicurvia stesso. Nella verifica della paratia, cautelativamente, si considera che l'urto avvenga in corrispondenza dell'estremità del palo, dove la diffusione del carico può avvenire esclusivamente in una direzione. Al fine di determinare la lunghezza del palo effettivamente collaborante, pertanto, si considera una ripartizione nel paramento e nella fondazione secondo un angolo di 60 gradi. Nella tabella allegata vengono calcolati carichi

da considerare quale carico eccezionale: Forza orizzontale in testa al palo: 8,90 KN / m Momento in testa al palo: 8,90 KN / m Carico uniformemente distribuito verticale sul terrapieno per urto lungo una fascia di 2,60 ml: 13,69 KNm In particolare, per il carico eccezionale le combinazioni di carico da adottare sono fissate con apposita combinazione di calcolo che assegna specifici valori ai coefficienti di partecipazione dei diversi carichi.

## 5.5 AZIONE SISMICA

### Vita Nominale

La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I delle NTC 2008. Per l'opera in questione sussiste il caso "Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale" Pertanto si rientra nel caso seguente: Tipo di costruzione: 2 - Opere ordinarie → Vita nominale: VN = 50

### Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. In particolare le classi d'uso sono elencate nel paragrafo 2.4.2 delle NTC 2008.

Le classi d'uso sono le seguenti:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe 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.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Nel caso in questione, trattandosi di rete viaria extraurbana, che non rientra tra quelle elencate nella classe IV, viene determinata la seguente classe d'uso: Classe d'uso: II → Coefficiente d'uso: CU = 1,0

#### Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU :  
Periodo di riferimento:  $VR = VN \times CU = 50 \times 1,0 = 50$  anni

#### Azione sismica

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR. Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti. Nel caso in questione saranno analizzati i seguenti stati limite:

Per lo Stato Limite di Esercizio sarà considerato il seguente stato limite: 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 rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Per lo Stato Limite Ultimo sarà considerato il seguente stato limite: 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 rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

A ciascun stato limite considerato, in accordo con la tabella 3.2.I delle NTC 2008, corrisponde una Probabilità di superamento PVR al variare dello stato limite considerato, In particolare per gli stati limite considerati, dalla tabella 3.2.I. delle NTC 2008, si deduce quanto segue: Stato limite di esercizio SLD PVR = 63% Stato limite ultimo SLV PVR = 10% Le norme tecniche per le Costruzioni NTC 2008 definiscono le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:  $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;  $F_0$  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. In allegato alle norme tecniche per le costruzioni NTC 2008 sono forniti i valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $TC^*$  necessari per la determinazione delle azioni sismiche, al variare delle coordinate di latitudine e longitudine, del sito di interesse.

#### Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III). Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente  $V_{s,30}$  di propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 m di profondità. Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per pali di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita alla testa dell'opera.

Nel caso in questione dalla relazione geologica si evince che il sito di interesse è classificabile come segue:

#### **Categoria di sottosuolo C**

Al variare della categoria di sottosuolo, variano i coefficienti di amplificazione stratigrafica  $S_s$  e  $C_c$  Condizioni topografiche Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale.

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la classificazione della Tab. 3.2.IV delle NTC 2008. Nel caso in questione, dalla relazione geologica si evince che la **categoria topografica è la categoria T2** caratterizzata da inclinazione media  $\leq 15^\circ$  o  $\leq 30''$  Il coefficiente di amplificazione topografica, in tal caso assume il valore di  $ST = 1,2$ , come si evince dalla tabella 3.2.VI delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008.

In conclusione, note le coordinate geografiche del sito oggetto di intervento, operate le scelte progettuali relative alla Vita nominale e al coefficiente d'uso della struttura, noto lo stato limite rispetto al quale si vuole determinare l'azione sismica e quindi determinata la Probabilità di superamento PVR dello stato limite considerato, nota la categoria di sottosuolo e quindi i coefficienti di amplificazione stratigrafica, nota la categoria topografica e quindi il coefficiente di amplificazione topografica è possibile calcolare attraverso le relazioni presenti nel paragrafo 3.2.3.2.1 delle NTC 2008 lo Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali. E' possibile, quindi, con le relazioni dei paragrafi 3.2.3.4 e 3.2.3.5 delle NTC 2008, calcolare gli Spettri di progetto per gli stati limite di esercizio e per gli Spettri di progetto per gli stati limite

ultimi, determinando l'azione sismica sulla struttura. In particolare gli spettri di progetto sono caratterizzati per ogni sito di intervento dai valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $TC^*$  e possono essere desunti per mezzo del software di calcolo "Spettri di Risposta" in ambiente Excel fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici per il calcolo degli spettri di risposta rappresentativi delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale.

Il software sviluppa le seguenti tre fasi:

- Fase 1: Individuazione della pericolosità del sito oggetto di intervento attraverso l'immissione delle coordinate in termini di latitudine e longitudine;
- Fase 2: Scelta della strategia di progettazione, attraverso la scelta progettuale della Vita Nominale VN e del coefficiente d'uso  $C_u$ ;
- Fase 3: Determinazione dell'azione di progetto previa scelta dello stato limite da considerare, della categoria di sottosuolo e della categoria topografica.

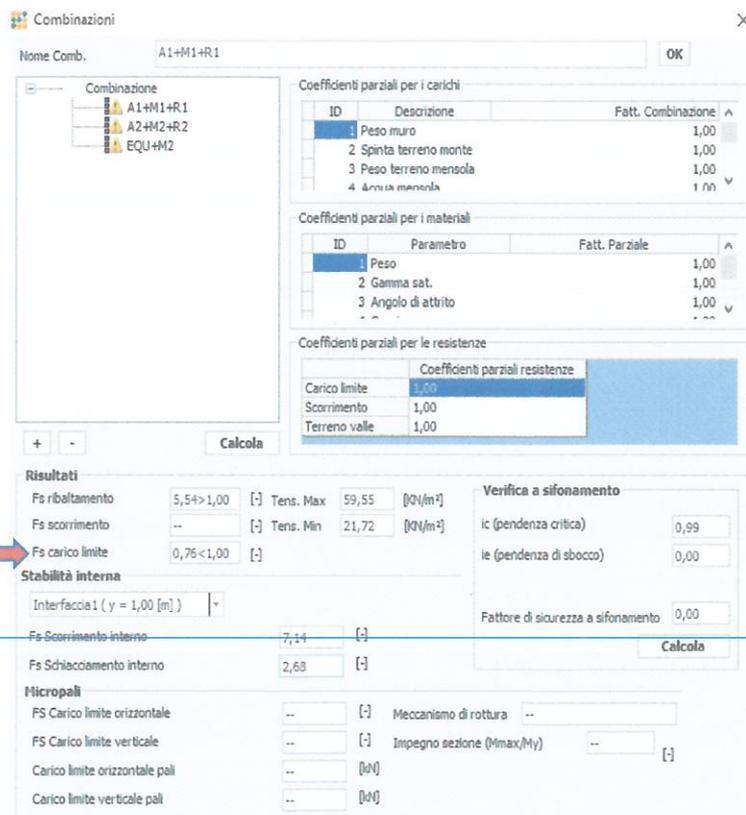
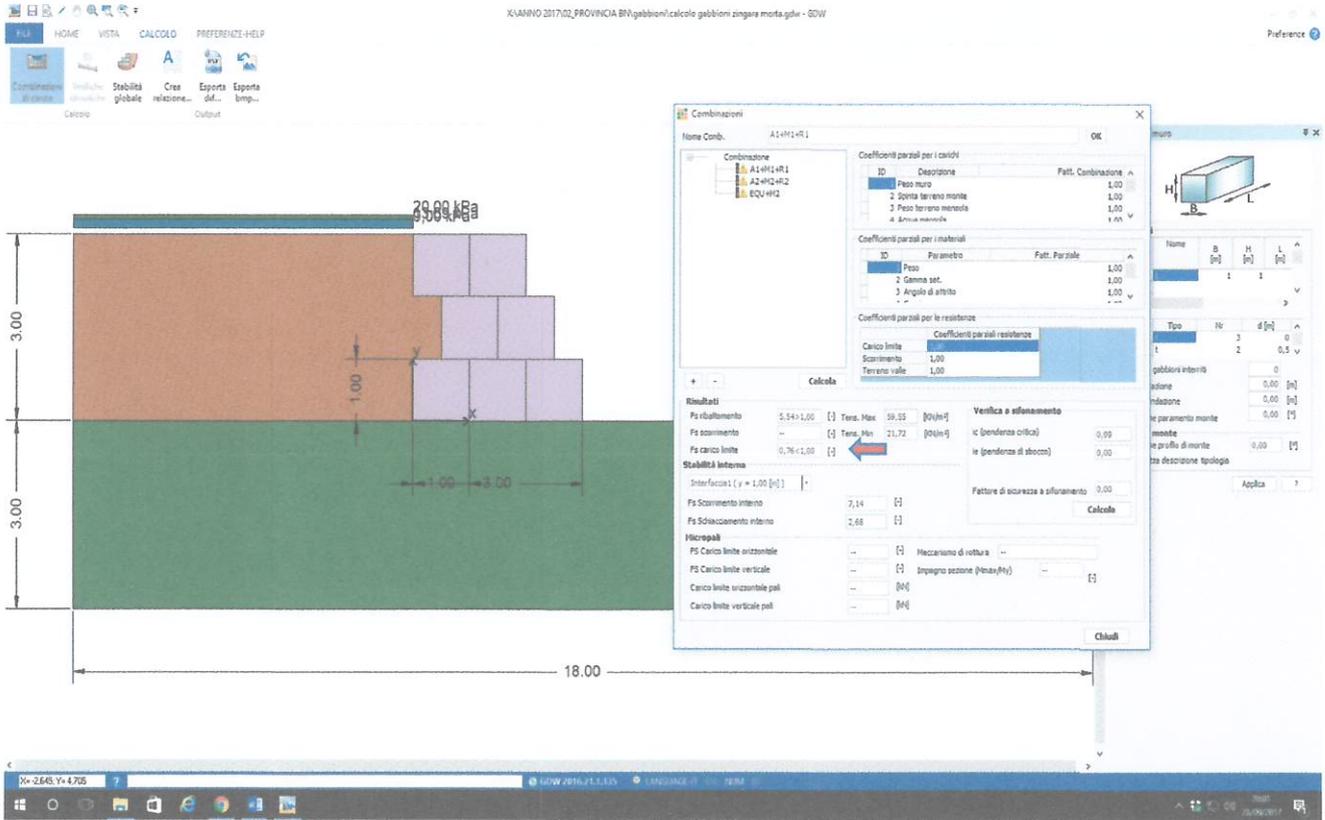
## **6 SINTESI DELLA SCELTA PROGETTUALE**

Dall'esame delle relazioni tecniche descrittive dei progetti definitivi previsti sulla S.P. 94 ed S.P. 95, si è potuto constatare che sono stati previsti due tipologie di interventi per eliminare i problemi di instabilità del piano viario, ed in particolare per la S.P. 94 si prevedeva di intervenire con file di Gabbioni Metallici di altezza 3 m, sulla seconda la S.P.95 con paratie in c.a. Inoltre dalla perizia geologica redatta successivamente anche con adeguate indagini in sito, si sono riscontrate dei parametri geotecnici del terreno che non hanno consentito di utilizzare le stesse tipologie di intervento.

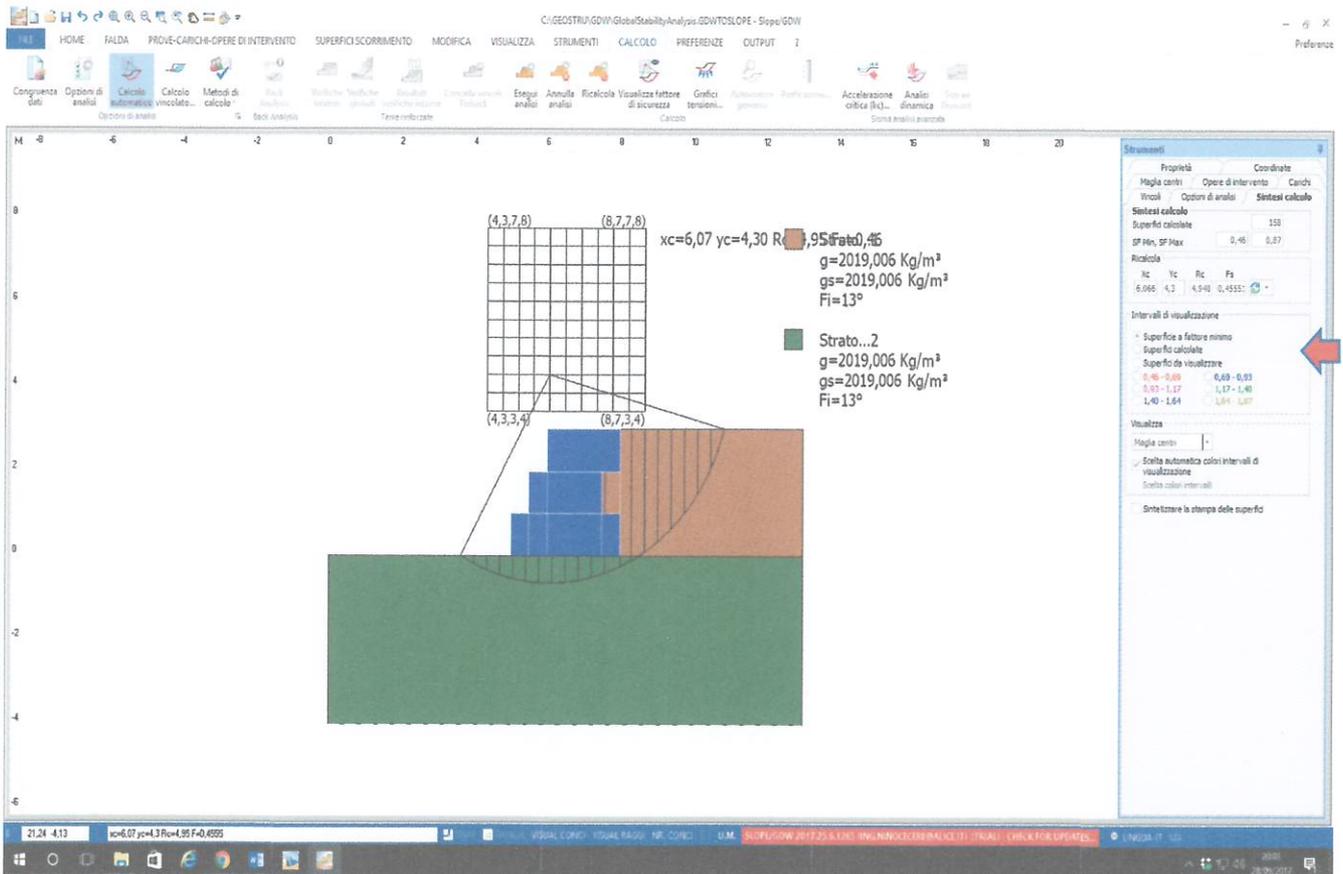
In particolare anche per la frana S.P. 94 dove si prevedeva di intervenire con Gabbioni si è dovuto necessariamente predisporre una paratia in c.a., come riportato nei grafici allegati.

Di seguito si riportano le verifiche attestante la veridicità di quanto sopra menzionato :

# Verifica a carico limite( non soddisfatta)

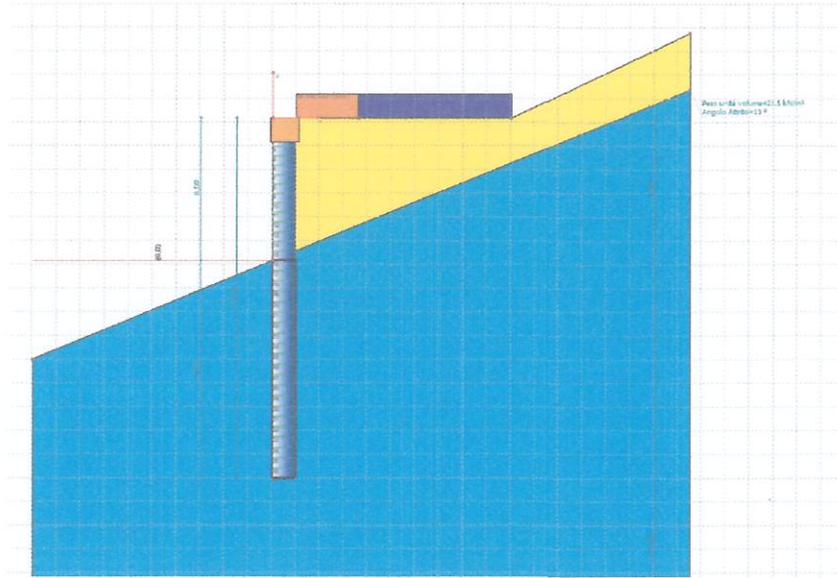


# Verifica della stabilità globale (non soddisfatta)

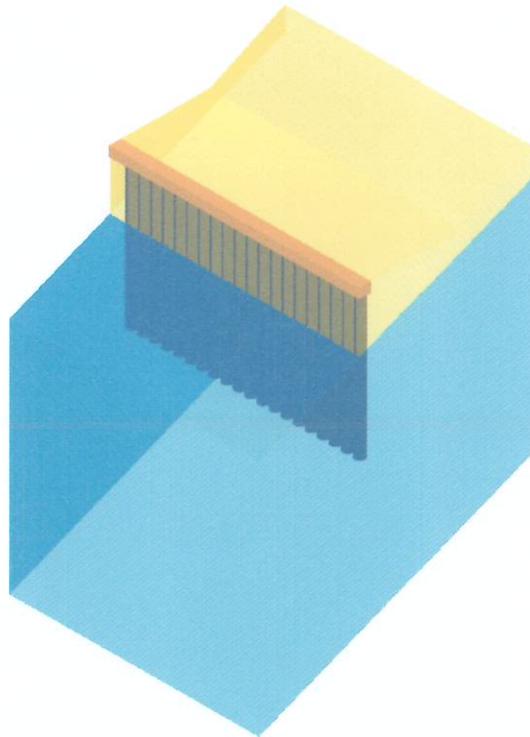


SINTESI DEI RISULTATI CALCOLO

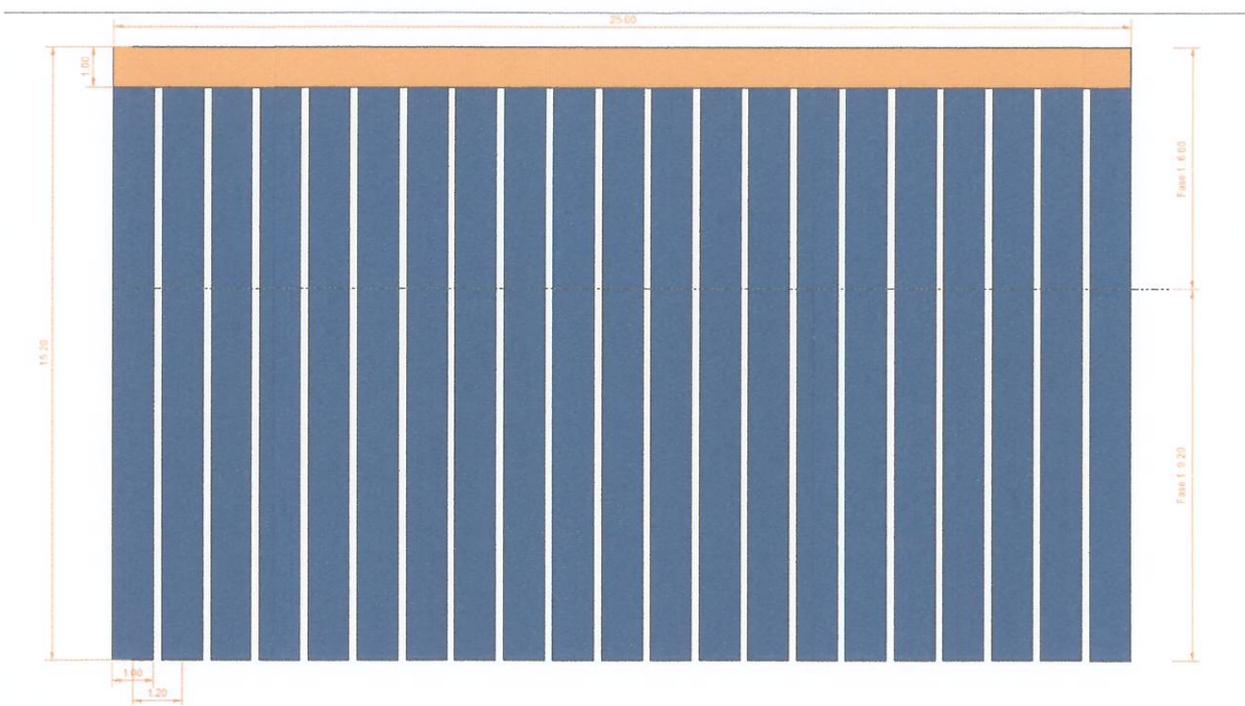
Paratia A SP94



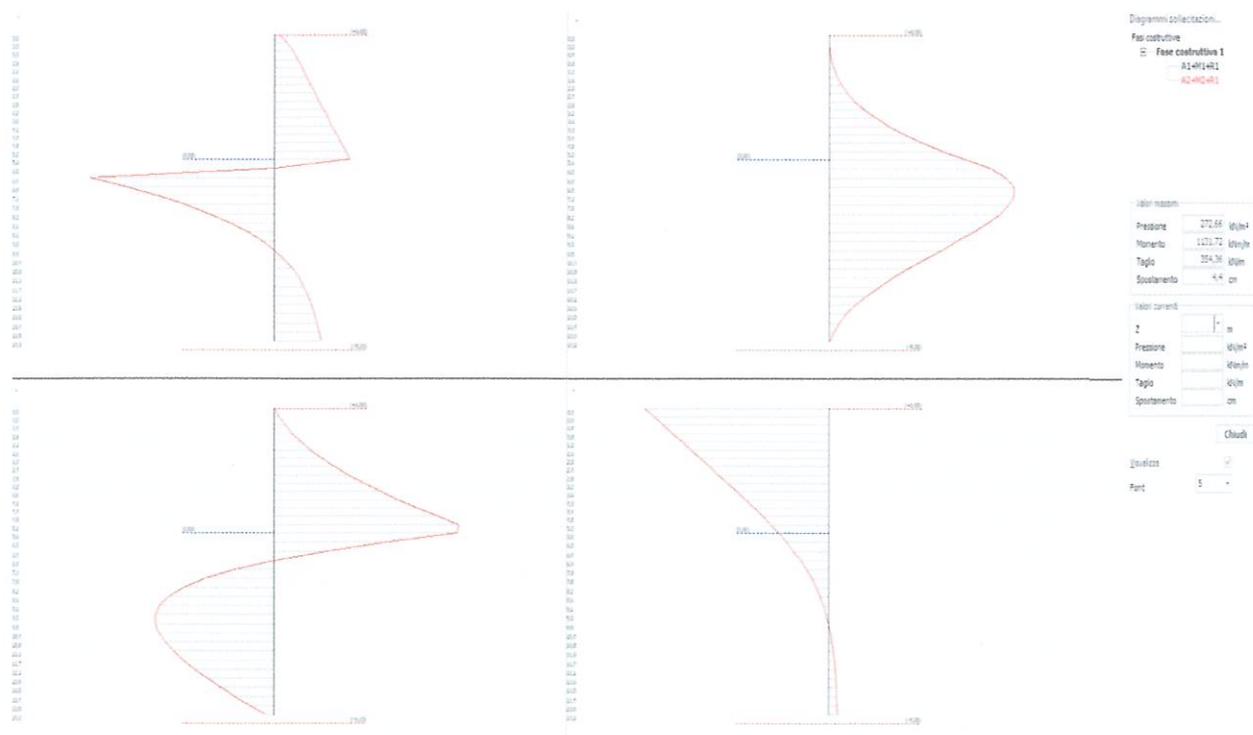
Vista modellazione paratia A SP94



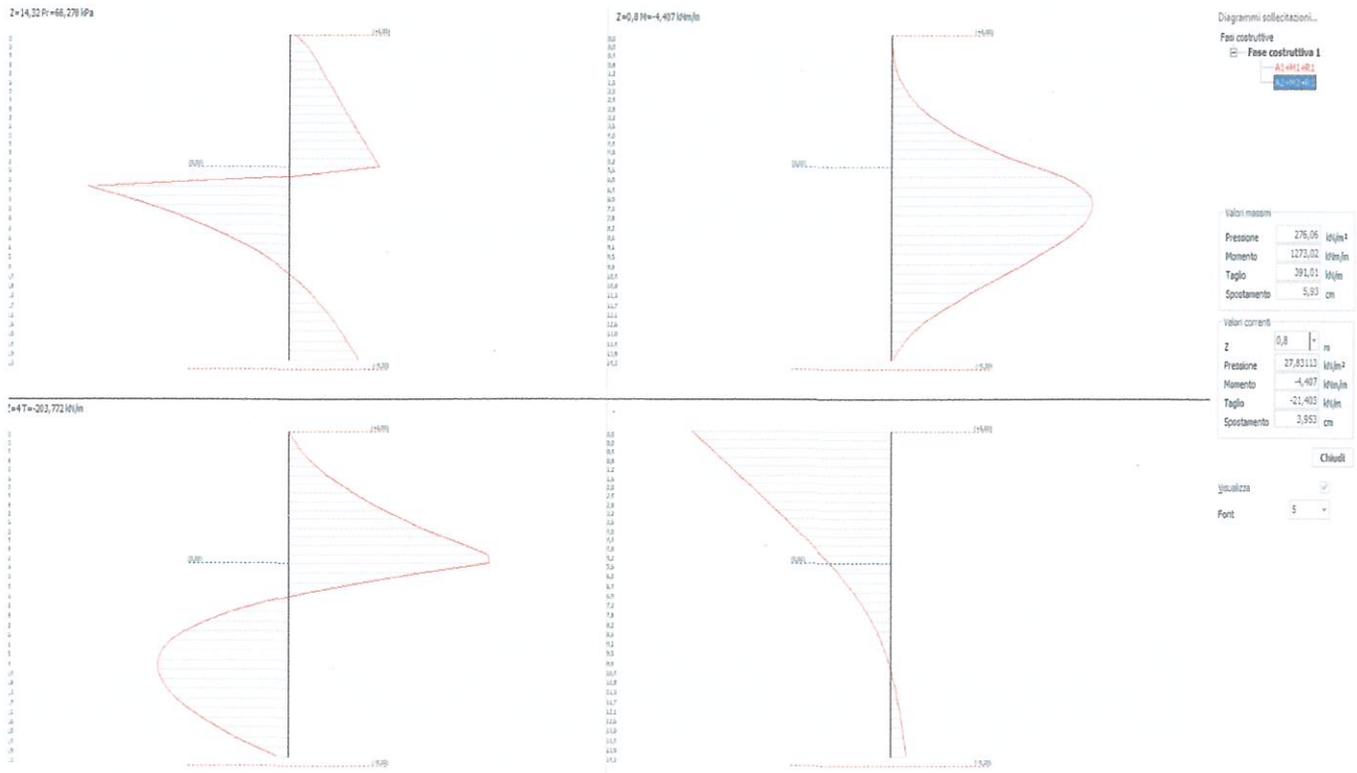
Vista modellazione 3D paratia A SP94



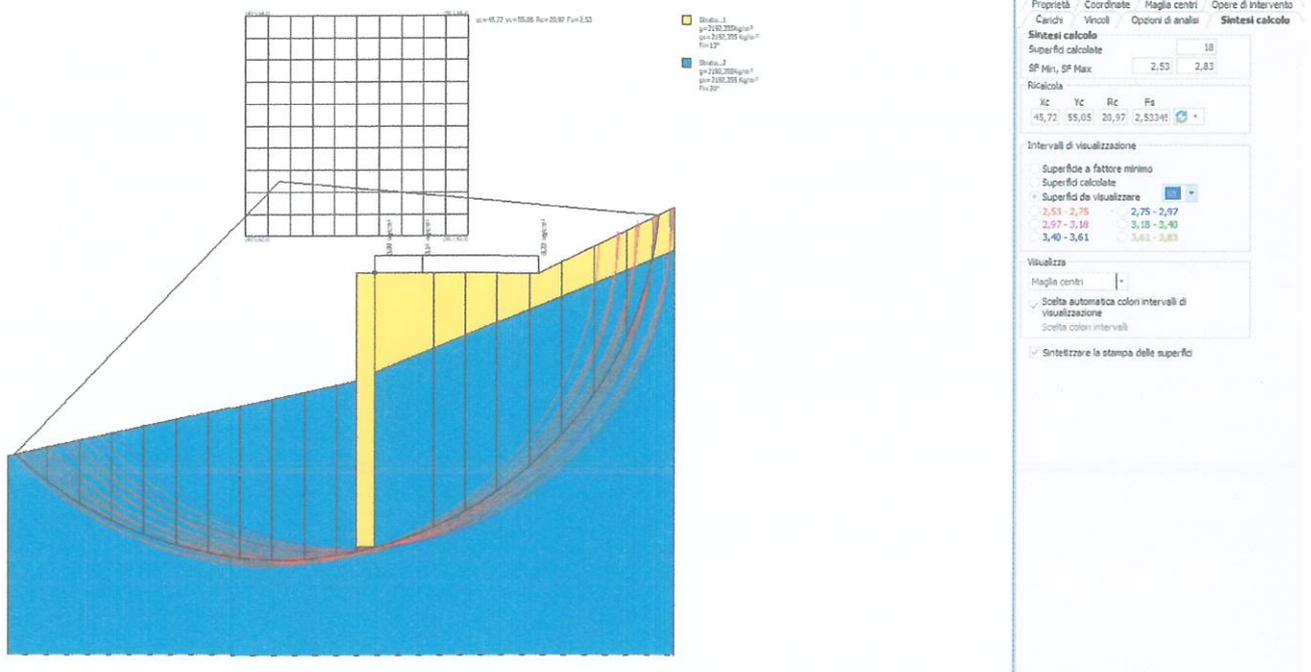
Vista prospettica paratia A SP94



Diagrammi involucro Paratia A combinazione A1+M1+R1 SP94

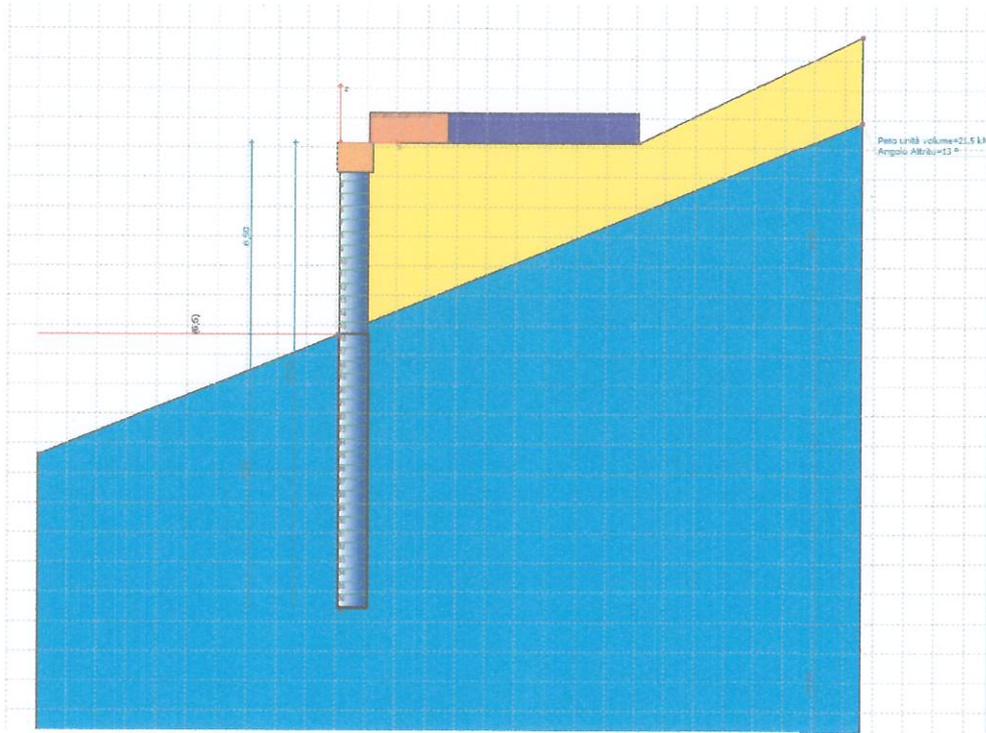


Diagrammi involucro Paratia A combinazione A2+M2+R1 SP94

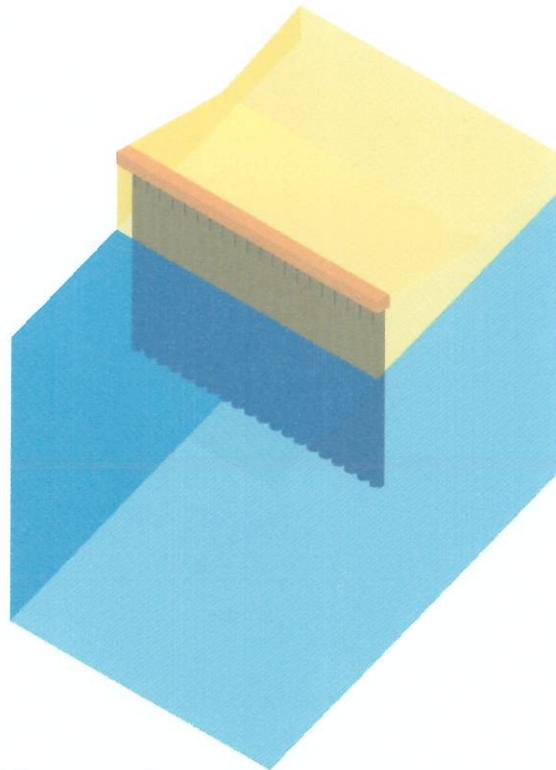


Vista cerchi di rottura analisi stabilità globale del pendio paratia A SP94

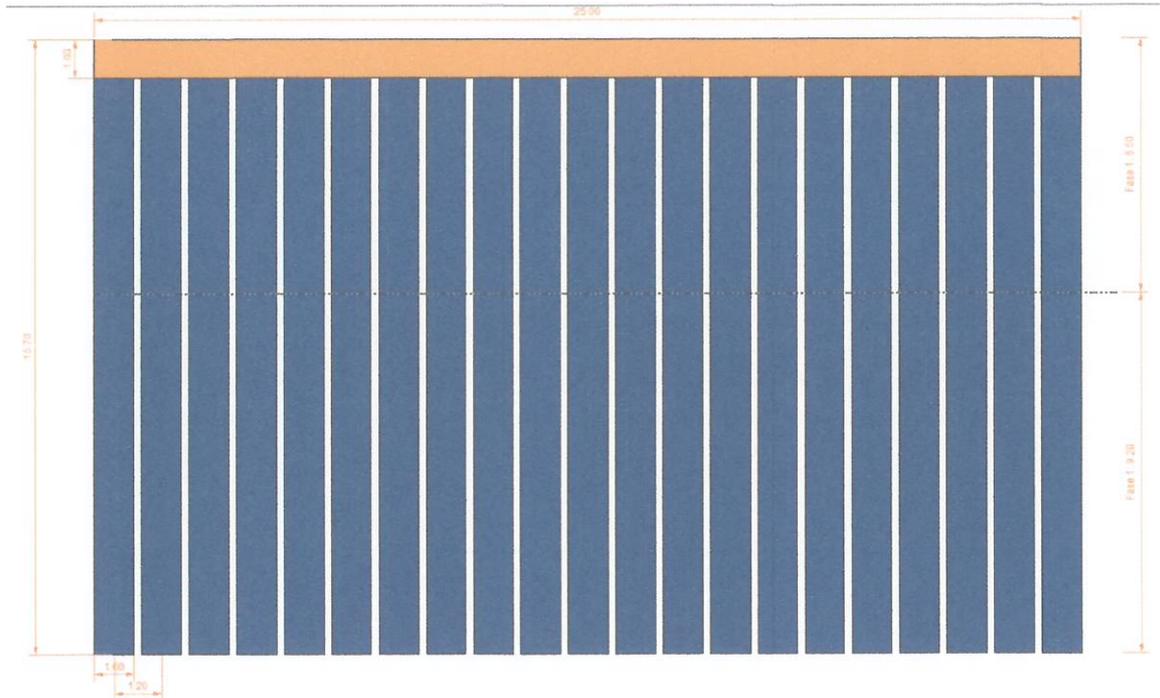
Paratia B SP94



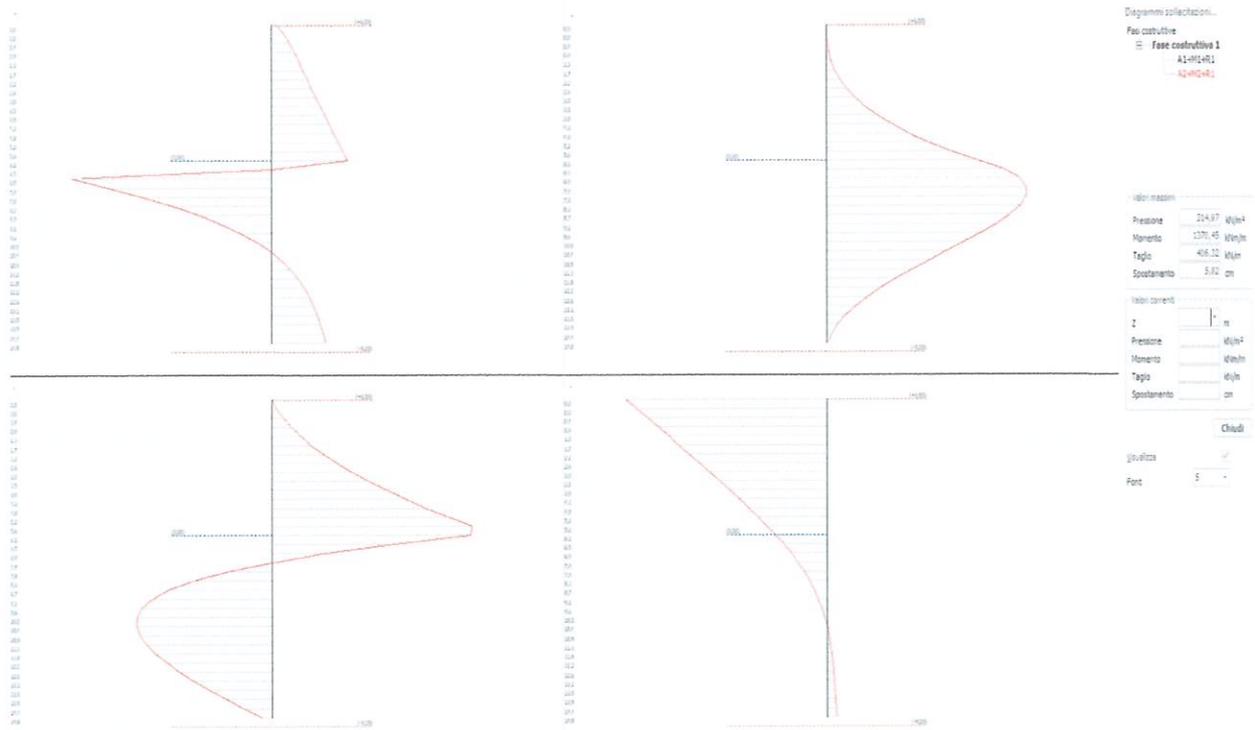
Vista modellazione paratia B SP94



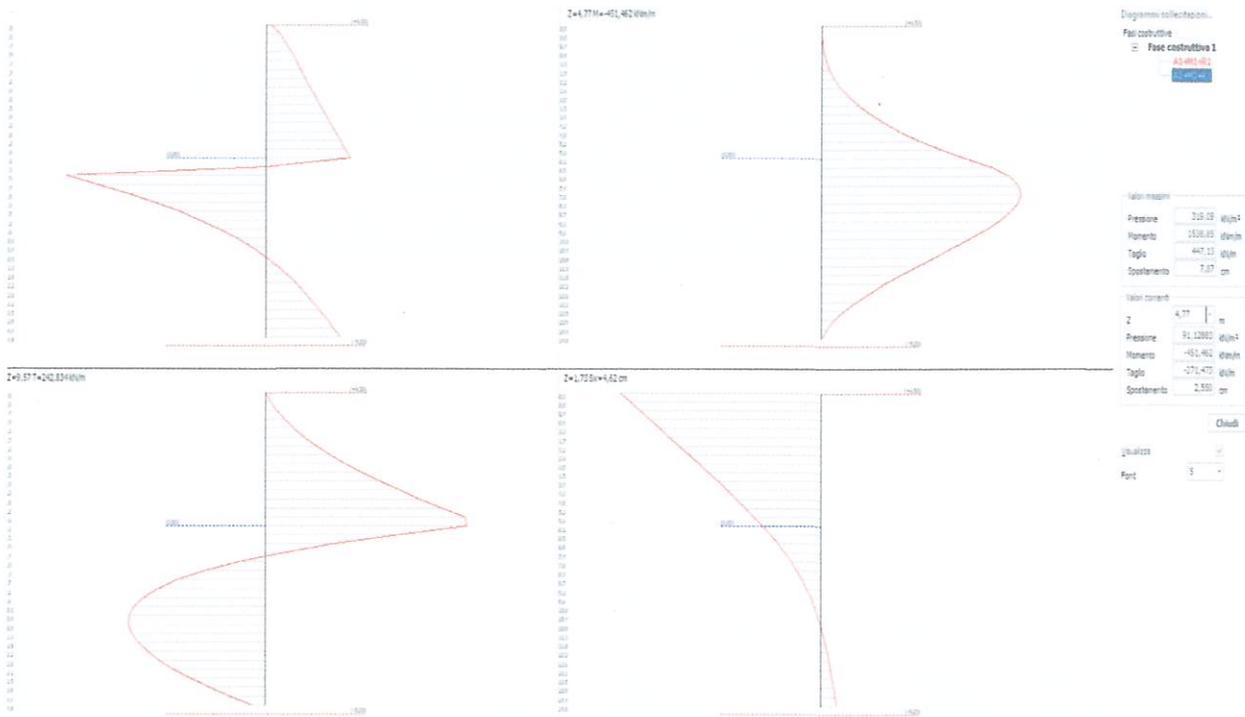
Vista modellazione 3D paratia B SP94



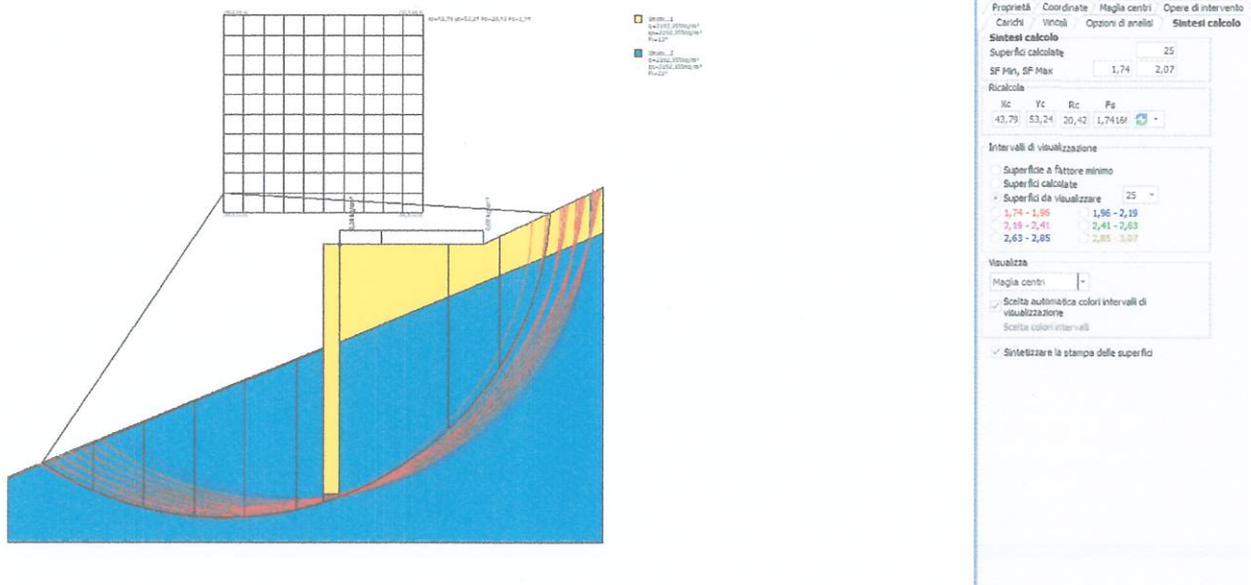
Vista prospettica paratia B SP94



Diagrammi involucro Paratia B SP94 combinazione A1+M1+R1

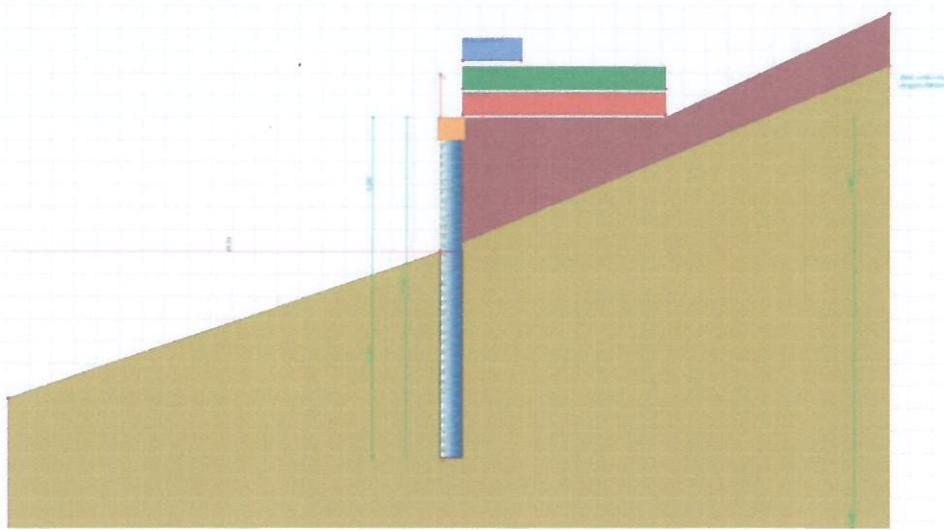


Diagrammi involucro Paratia B SP94 combinazione A2+M2+R1

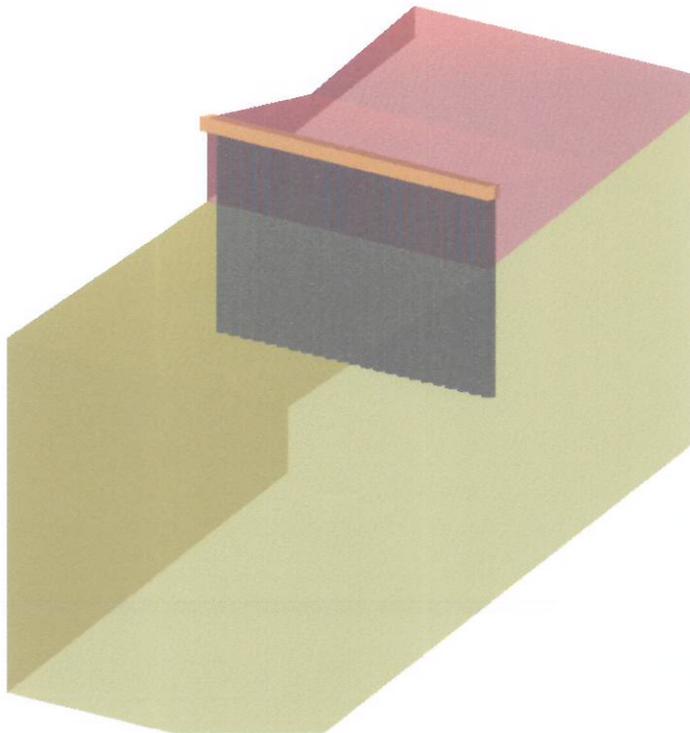


Vista cerchi di rottura analisi stabilità globale del pendio paratia B SP94

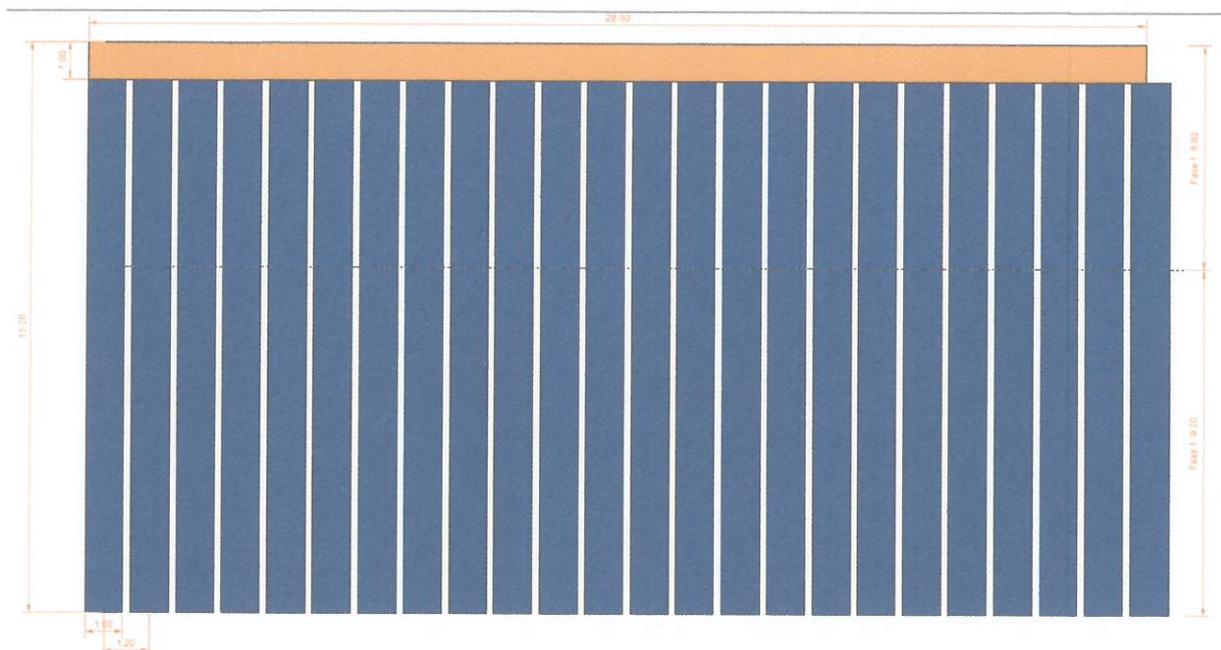
Paratia SP95



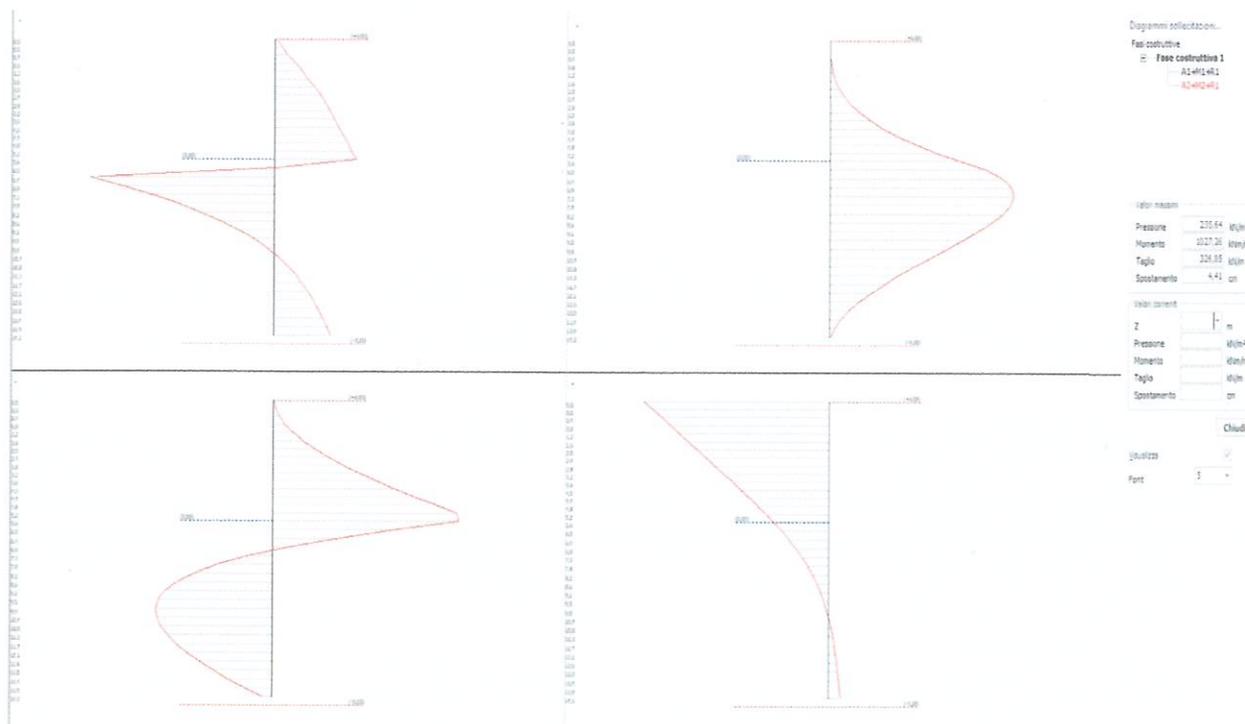
Vista modellazione paratia SP95



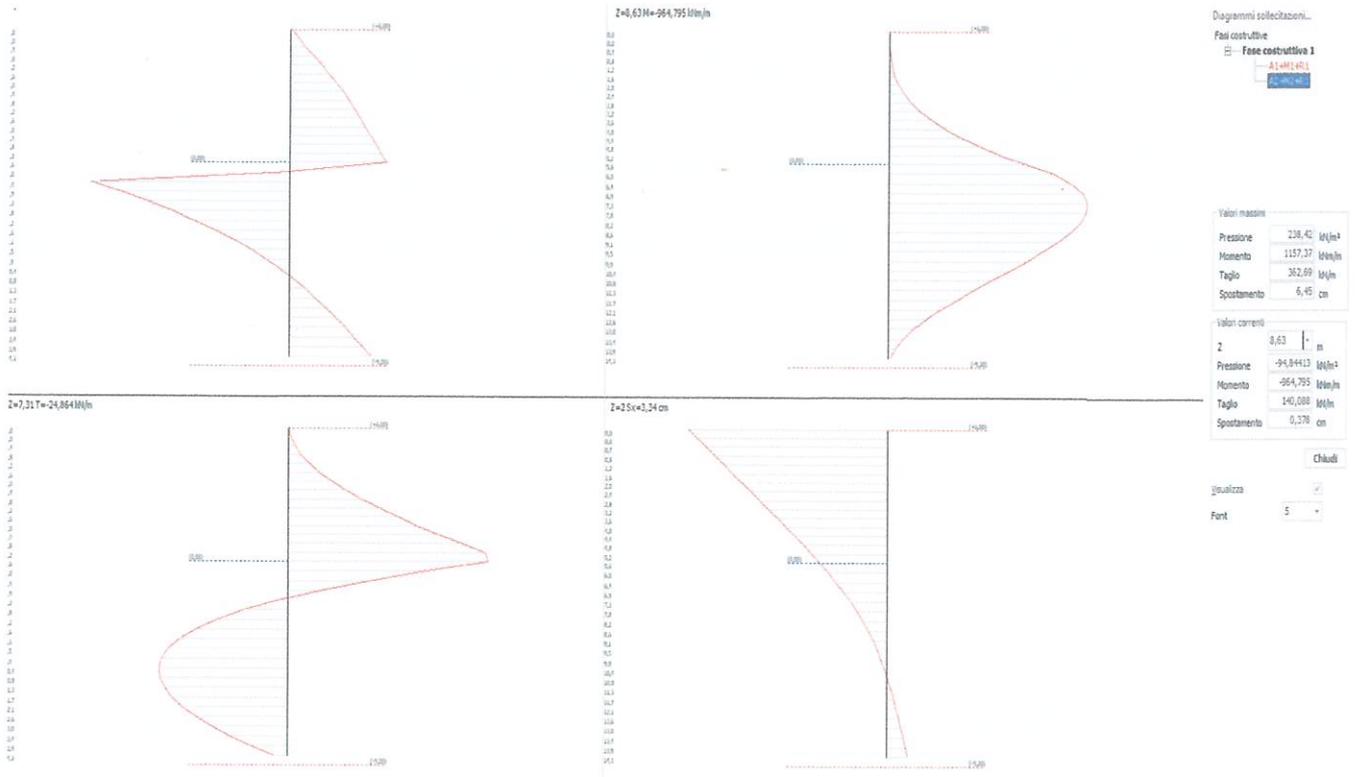
Vista modellazione 3D paratia SP95



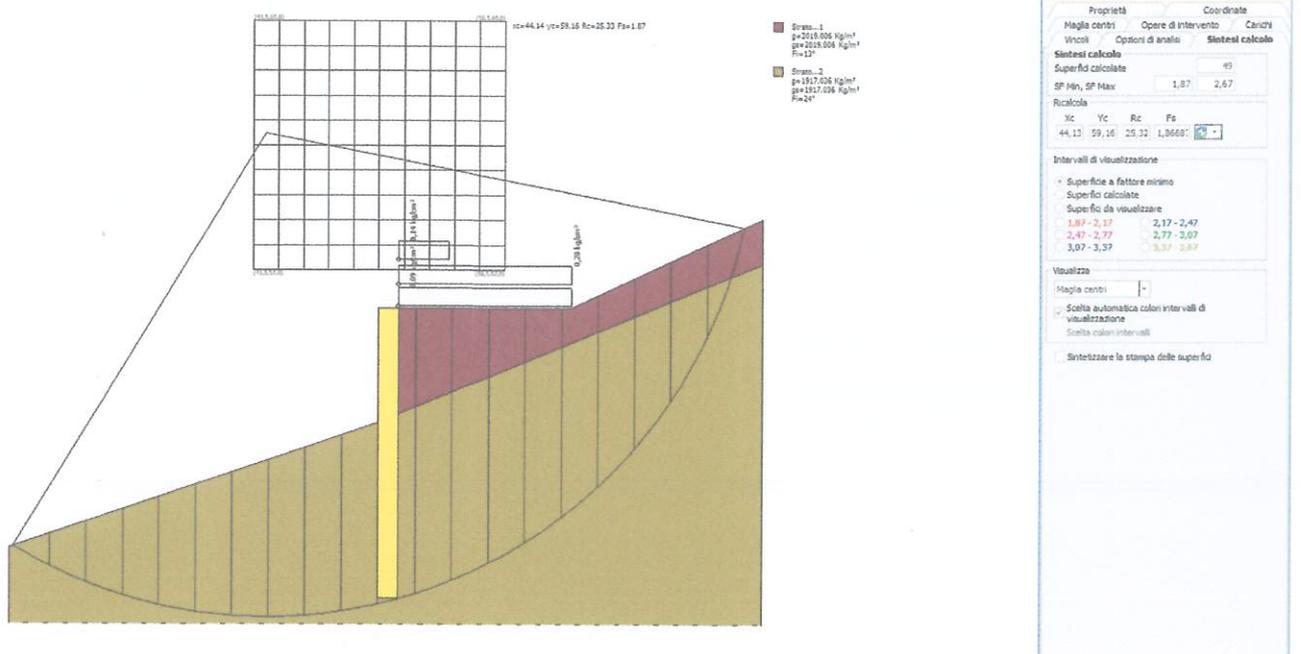
Vista prospettica paratia SP95



Diagrammi involuppo Paratia SP95 combinazione A1+M1+R1



Diagrammi involucro Paratia B SP94 combinazione A2+M2+R1



Vista cerchi di rottura analisi stabilità globale del pendio paratia SP95