

PROGETTO ESECUTIVO

Elenco allegati:

- SP94-95_RL_01_Relazione tecnica-descrittiva
- SP94-95_RL_02_Relazione sui materiali impiegati
- SP94-95_PM_01_Piano di manutenzione dell'opera
- SP94-95_VR_01_Verifica di conformità del software

S.P.94 "CASALDUNI "

- SP94_EG_01_Inquadramento area di intervento
- SP94_EG_02_Elaborato grafico di progetto
- SP94_EG_03.1_Elaborato grafico strutturale Paratia Frana A
- SP94_EG_03.2_Elaborato grafico strutturale Paratia Frana B

- SP94_FC_01_Fascicolo di calcolo Paratia Frana A

- SP94_FC_02_Fascicolo di calcolo Paratia Frana B

S.P.95 "CASALDUNI - ZINGARA MORTA"

- SP95_EG_01_Inquadramento area di intervento

- SP95_EG_02_Elaborato grafico di progetto

- SP95_EG_03_Elaborato grafico strutturale

- SP95_FC_01_Fascicolo di calcolo

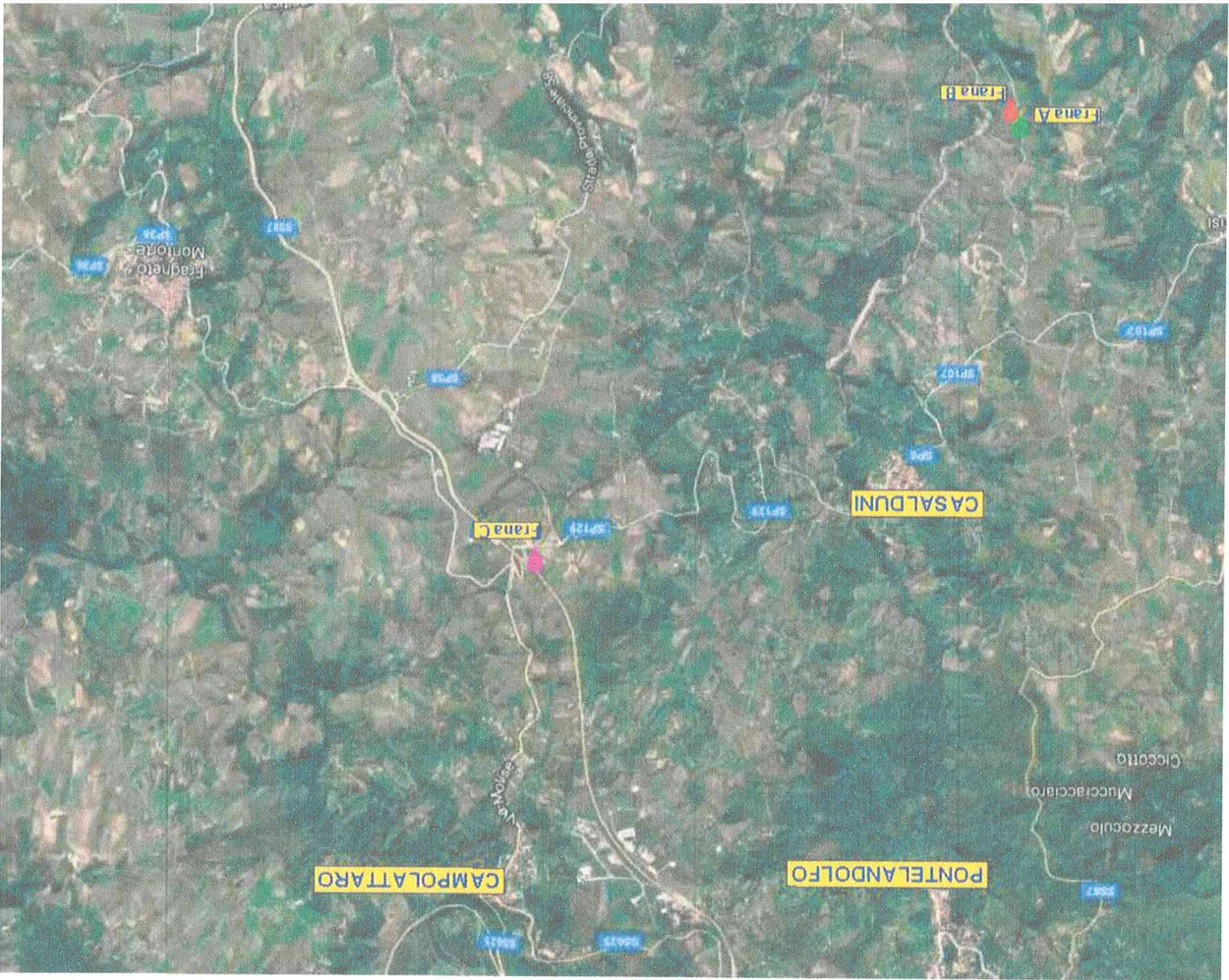
Allegato

SP94-95
RL_01

Progetto Strutturale

RELAZIONE TECNICA-DESCRITTIVA

scala



INQUADRAMENTO AREE OGGETTO DI INTERVENTO

Frana A Sp94 di circa 25 m.
Frana B Sp94 di circa 25 m
Frana Sp95 di circa 28m

I pali in ca. 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

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 disaggregazione 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.

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 corrosive, prive di difetti apparenti, quali screpolature, sbavature, bruciature e risultare pulite da tutte quelle sostanze (oli, grassi, terra) che possono ridurne 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:

geologico-geotecnica, la trana 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 Ed è il valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni e Rd è il valore di progetto della resistenza del terreno. Per la determinazione di Ed si fa riferimento alle combinazioni A1 e A2; per la valutazione di Rd 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 geomecanica, 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 in cui si discute esplicitamente dei seguenti punti:

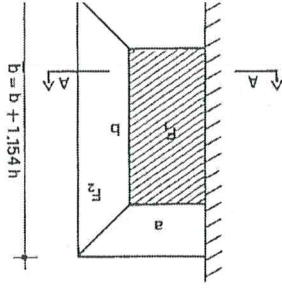
- Individuazione dei carni di impiego del programma.

E' stato considerato come carico permanente il carico della massicciata 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: $P_{acc}=20 \text{ kN/mq}$ Per i pali viene calcolato il sovraccarico uniformemente distribuito sul rilevato considerando l'incidentale 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 $a=3.0\text{m}$ e lunga $b=2.2\text{m}$. 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 $3.0 \times 2.2\text{m}$, si ottiene un carico distribuito pv: $p_v=600/(2.2*3)=90.9\text{kN/mq}$.



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 lunetta

$$P_{acc} = 3.6 + 16.2 = 20.0 \text{ kN/mq}$$

$$q = q_{1k} \psi = 3.6 \text{ kN/mq}$$

q_{1k} secondario ed adottando un Coefficiente ψ_0 di combinazione pari a 0.40 si ha

considerata la combinazione più gravosa, costituita dal carico tandem come principale il carico distribuito

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

$$Q = (300 \times 2) : ((2.20 + 2 + 2) \times (3 + 2)) = 16.2 \text{ kN/mq}$$

carico accidentale di calcolo

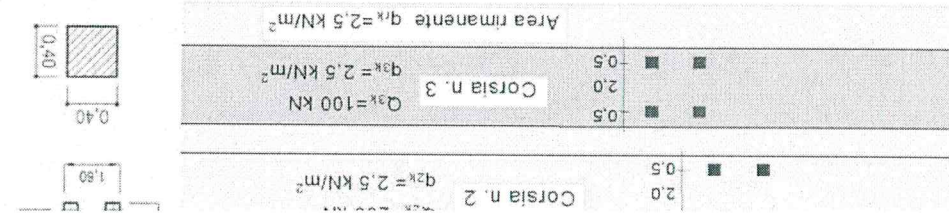
vengono ripartiti su area 3.00×2.20

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

sovraccarico convenzionale della corsia n.1.

Considerata la tipologia di opera, costituita da paratie, la verifica viene eseguita considerando il

Schema di carico 1 (dimensioni in [m])



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. 2.4.1 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 varie 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 varie 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

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 ag 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, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

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 rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

forma locale mediante spemere 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 sismica 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 $\leq 30^\circ$ 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, generate le scelte progettuali

- Fase 2: Scelta della strategia di progettazione, attraverso la scelta progettuale della Vita Normale VN e del coefficiente d'uso Cu;

- 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 parate in c.a. Inoltre dalla perizia geologica redatta successivamente anche con adeguate di 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 attestate la veridicità di quanto sopra menzionato :

Combinazioni

Nome Comb. A1+M1+R1

Combinazione

- A1+M1+R1
- A2+M2+R2
- EQU+M2

Coefficienti parziali per i carichi

ID	Descrizione	Fatt. Combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spianta terreno monte	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Area in mensola	1,00

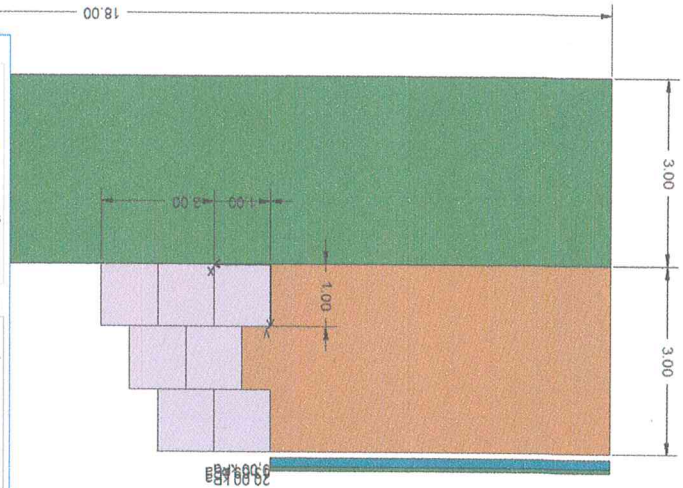
Coefficienti parziali per i materiali

ID	Parametro	Fatt. Parziale
1	Peso	1,00
2	Gamma sat.	1,00
3	Angolo di attrito	1,00

Coefficienti parziali per le resistenze

ID	Parametro	Fatt. Parziale
1	Peso	1,00
2	Gamma sat.	1,00
3	Angolo di attrito	1,00

OK



Calcoli

Stabilità globale

Fa scivolamento: 5,54 x 1,00 [E] Trm. Max: 59,55 [0,94%]
 F2 scivolamento: [E] Trm. Min: 21,22 [0,44%]
 F3 carico limite: 0,36 x 1,00 [E]

Verifica a sfioramento

Fa scivolamento: 2,14 [E]
 F2 scivolamento: 1,68 [E]
 F3 scivolamento: 1,68 [E]

Fattore di sicurezza a sfioramento: 0,00

Calcoli

Carico limite

Scivolamento: 1,00
 Carico limite: 1,00

Coefficienti parziali per le resistenze

ID	Parametro	Fatt. Parziale
1	Peso	1,00
2	Gamma sat.	1,00
3	Angolo di attrito	1,00

Coefficienti parziali per i materiali

ID	Descrizione	Fatt. Combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spianta terreno monte	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Area in mensola	1,00

Calcoli

Carico limite

Scivolamento: 1,00
 Carico limite: 1,00

Coefficienti parziali per le resistenze

ID	Parametro	Fatt. Parziale
1	Peso	1,00
2	Gamma sat.	1,00
3	Angolo di attrito	1,00

Coefficienti parziali per i materiali

ID	Descrizione	Fatt. Combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spianta terreno monte	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Area in mensola	1,00

Calcoli

Carico limite

Scivolamento: 1,00
 Carico limite: 1,00

Coefficienti parziali per le resistenze

ID	Parametro	Fatt. Parziale
1	Peso	1,00
2	Gamma sat.	1,00
3	Angolo di attrito	1,00

Coefficienti parziali per i materiali

ID	Descrizione	Fatt. Combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spianta terreno monte	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Area in mensola	1,00

Calcoli

Carico limite

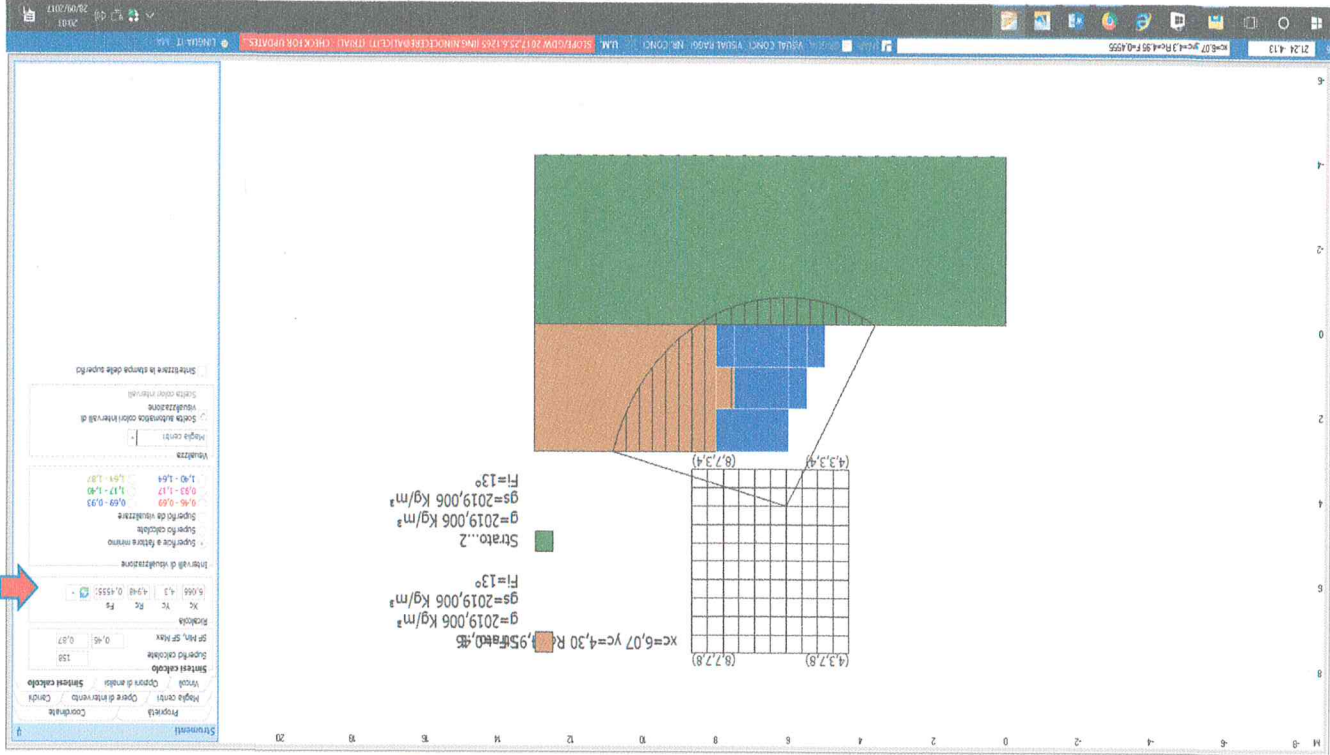
Scivolamento: 1,00
 Carico limite: 1,00

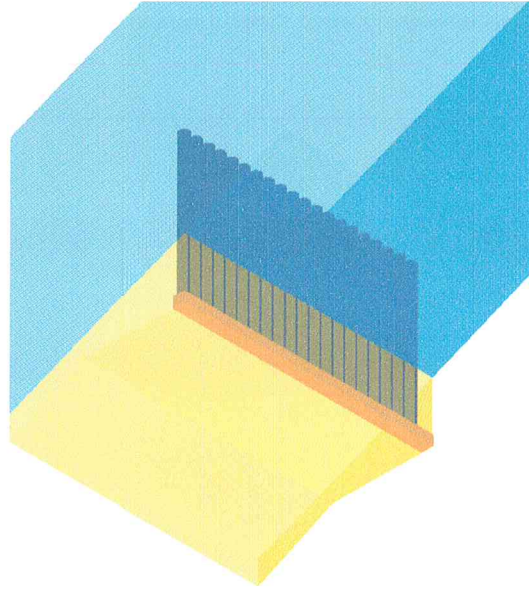
Coefficienti parziali per le resistenze

ID	Parametro	Fatt. Parziale
1	Peso	1,00
2	Gamma sat.	1,00
3	Angolo di attrito	1,00

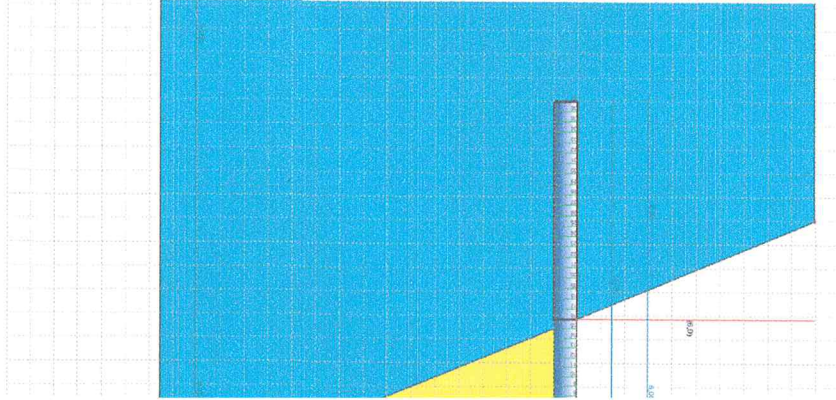
Coefficienti parziali per i materiali

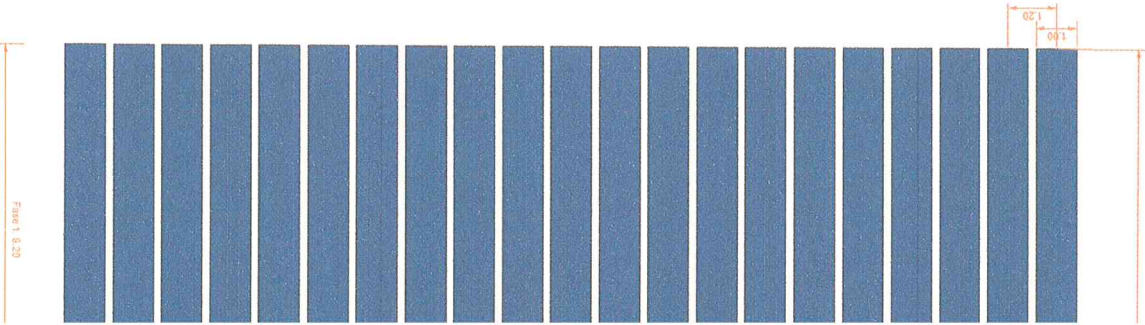
ID	Descrizione	Fatt. Combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spianta terreno monte	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Area in mensola	1,00





Vista modellazione paratia A SP94





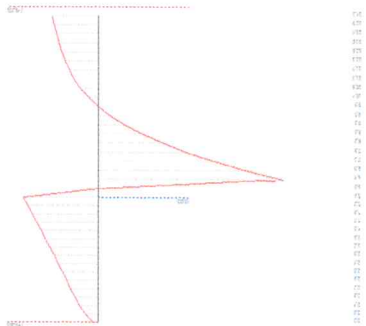
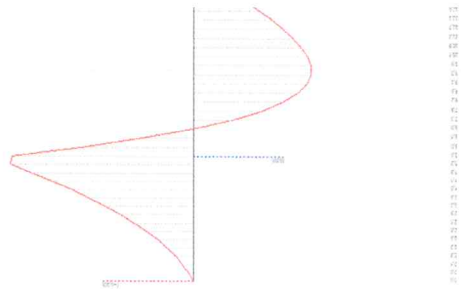
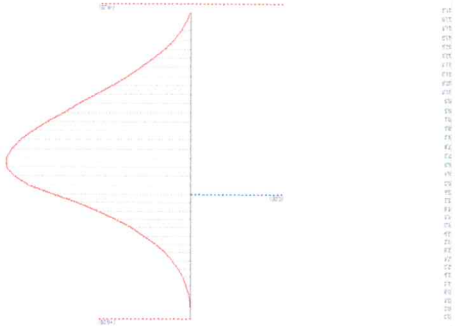
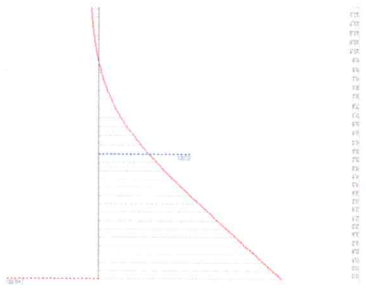
Vista prospettica paratia A SP94

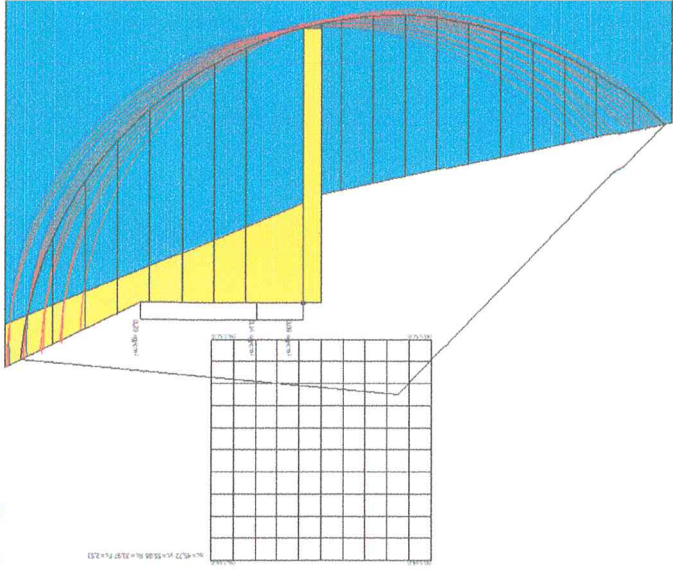
Face costruttiva 1
 Iniziali
 AZIENDA

Parametri costruttivi:
 Parametro: 27.65 (N/m)
 Numero: 111.72 (N/m)
 Taglio: 254.36 (N/m)
 Spostamento: 4.4° (cm)

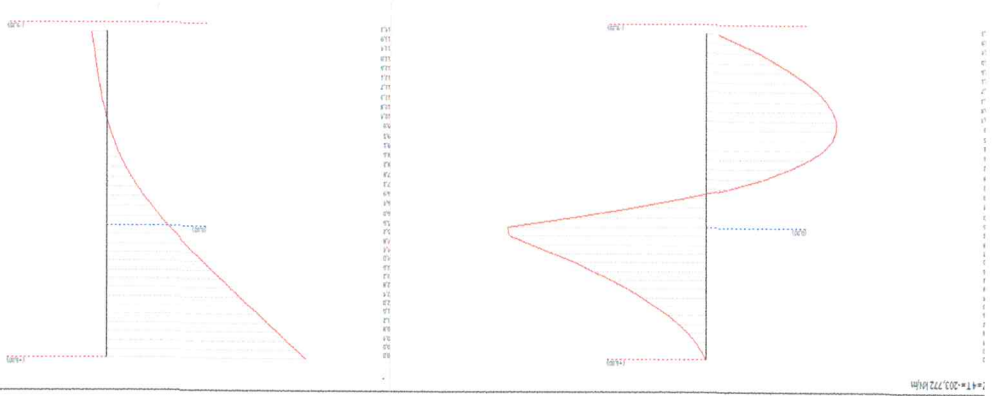
Rapporto: 1
 Parametro: 1.00 (m)
 Numero: 1
 Parametro: 1.00 (m)

Chiusa
 [Icona] [Icona]
 Font: 5





Diagrammi involuppo Paratia A combinazione A2+M2+R1 SP94



Operie di intervento Sintesi calcolo Opzioni di analisi Carichi Verichi Coordinate Maglia centri Proprietà

Superfici calcolate Superfici da visualizzare Superfici calcolate Superfici da visualizzare Superficie a fattore minimo Superfici calcolate Superfici da visualizzare Superficie a fattore minimo Superfici calcolate Superfici da visualizzare Superficie a fattore minimo

Intervali di visualizzazione

Visualizza

Maglia centri

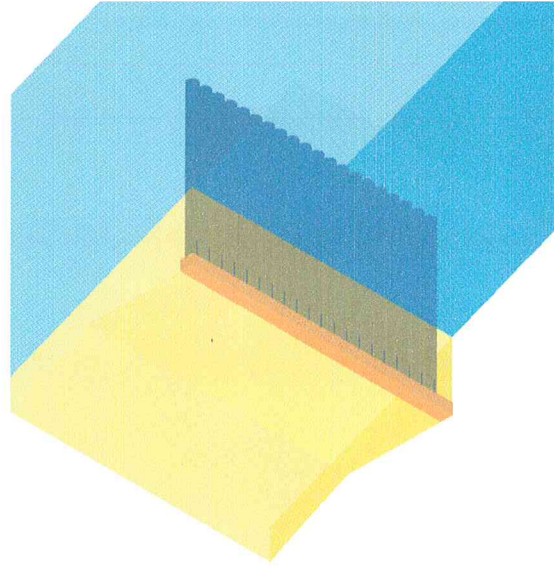
Scelta automatica colori intervalli di visualizzazione

Scelta colori intervalli

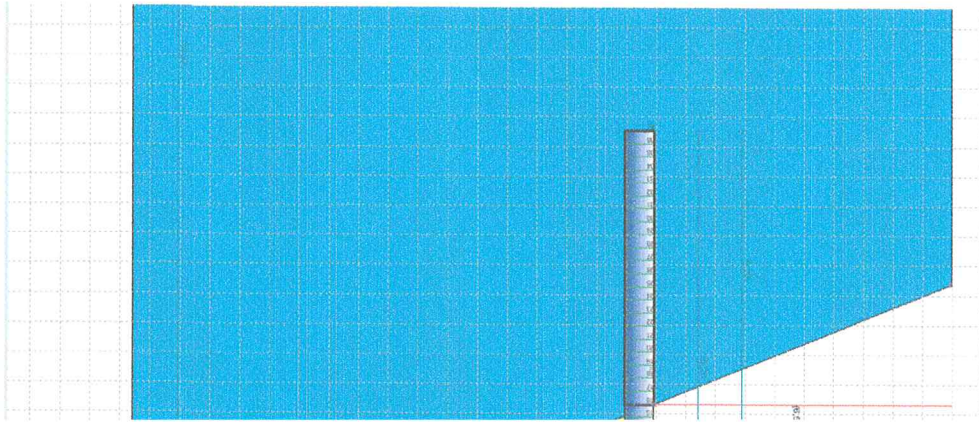
Sintetizzare la stampa delle superfici

Xc Yc Rc Ps
 45,72 55,03 20,97 2,3341
 Sf Min, Sf Max 2,53 2,83
 Superfici calcolate 18
 Superfici da visualizzare 18

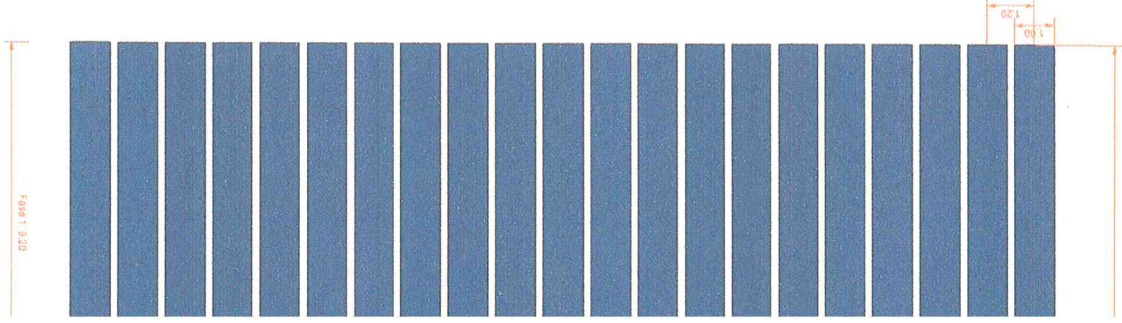
Momento -4,077 kNm
 Taglio -21,402 kN
 Spostamento 3,952 cm
 Visualizza Font 5



Vista modellazione paratia B SP94



Vista prospettica paratia B SP94



Diagrammi esplosivi:
 Facc. costitutive I
 ALIANTI
 ALIANTI

Altezza massima

Pressione: 216.57 kN/m

Momento: 1730.45 kN/m

Tafel: 416.10 kN/m

Spessore: 5.02 cm

(M) carichi

Z: 1 m

Pressione: 412.94 kN/m

Momento: 628.50 kN/m

Tafel: 412.94 kN/m

Spessore: 5.02 cm

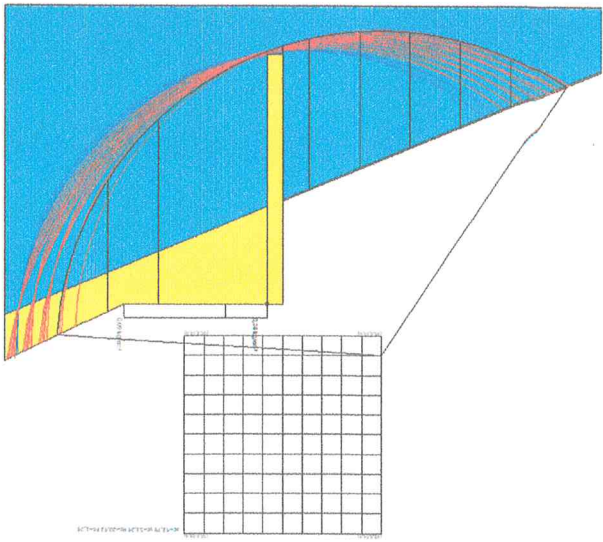
Chiedi

Tavola

Facc.

5

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



Sintesi calcolo Opere di intervento Opere di analisi Sintesi calcolo

Ripartita Coordinate Mappa centri

Centro Viscia

Superfici calcolate

SF min, SF Max 1,74 2,07

Ricalcola

Kc	Yc	Rc	Fc
43,79	53,24	20,42	1,74164

Intervall di visualizzazione

Superficie a fattore minimo

Superfici calcolate

Superfici da visualizzare 25

Visualizza

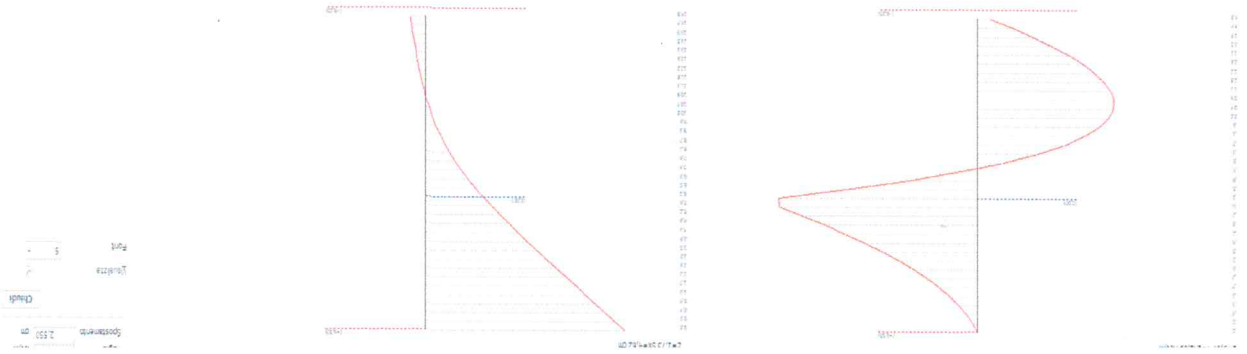
Mappa centri

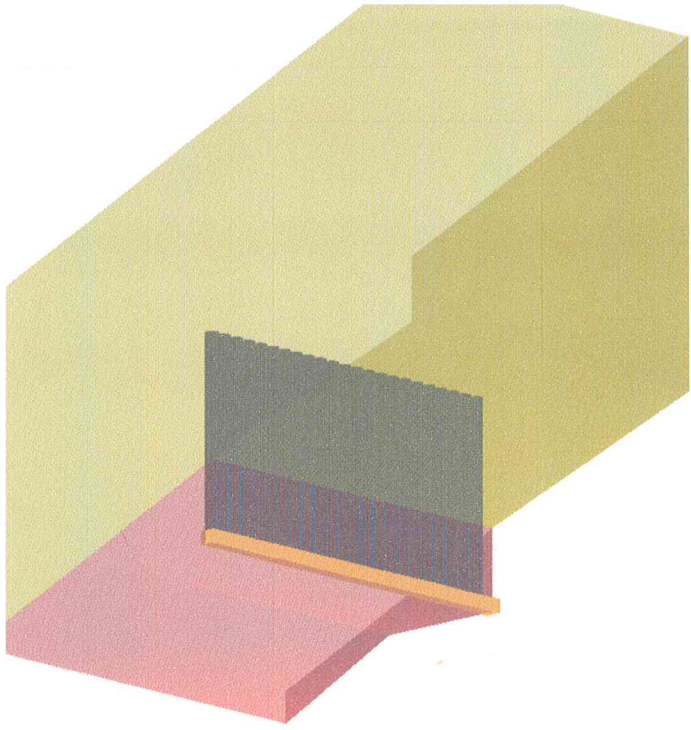
Visualizzazione

Scelta colori intervalli

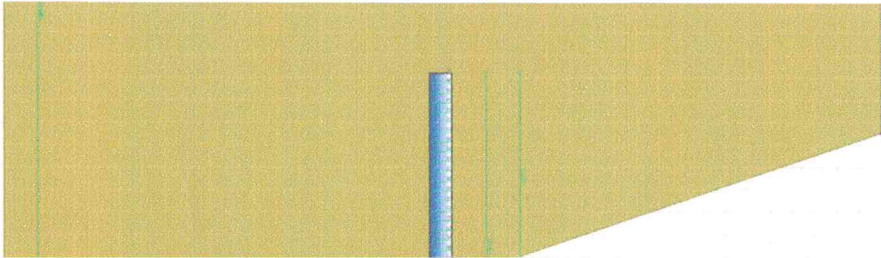
Sintetizzare la stampa delle superfici

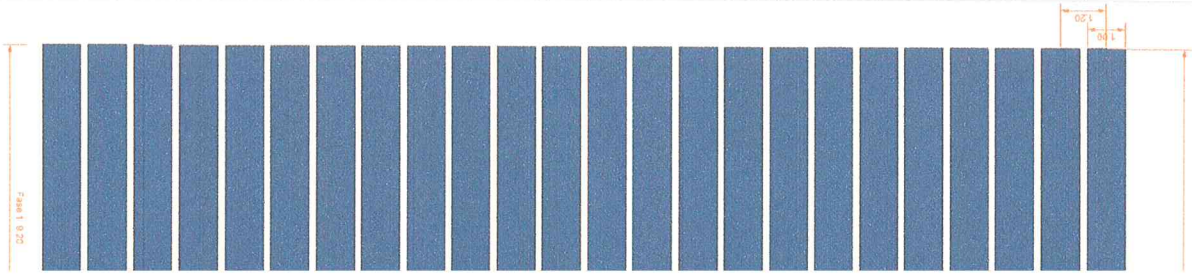
Diagrammi involucro Paratia B SP94 combinazione A2+M2+R1





Vista modellazione paratia SP95





Vista prospettica paratia SP95

Diagrammi solari: Fase costruttiva 1

Facce costruttive: Fase costruttiva 1

Altezza: 2.70 m

Diagrammi solari:

Pressione	102.64	kg/m ²
Momento	10.17	kg/m
Taglio	2.25	kg/m
Spostamento	4.71	cm

Z: 1 m

Pressione: 102.64 kg/m²

Momento: 10.17 kg/m

Taglio: 2.25 kg/m

Spostamento: 4.71 cm

1:00

Chiusa

5

