

# PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

**S.S. 14 “DELLA VENEZIA GIULIA”  
IN GESTIONE ALLA FRIULI VENEZIA GIULIA STRADE S.P.A.  
LAVORI DI SOMMA URGENZA PER L'ESECUZIONE DI INTERVENTI DI  
RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA  
DEL PONTE SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI  
FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)”**

**IL PROGETTISTA STRUTTURALE**

Ing. LIONELLO CAPRONI

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Udine, n°1293/A

**I COLLABORATORI DEL PROGETTISTA**

Ing. GIOVANNI CAPRONI

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Udine, n°3656/A

Ing. SALVATORE RUSSO

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Udine, n°3619/A

**IL GEOLOGO**

Dott. geol. FRANCESCO CAPRONI

Ordine Geologi Friuli Venezia Giulia n° 223

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

Ing. MATTEO VISINTIN

Friuli Venezia Giulia Strade S.p.A.



- Relazione sui materiali
- Relazione geotecnica
- Relazione sismica
- Relazione di calcolo

NUMERO  
ELABORATO:

REVISIONE:

**RE.02**

**0**

0	EMISSIONE	Mar.2022	GC	LC	LC
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



# INDICE

<b>1. Descrizione dell'opera</b>	1
<b>2. Normative di riferimento</b>	5
<b>3. Vita nominale della struttura e periodo di riferimento</b>	6
<b>4. Relazione sui materiali</b>	7
4.1. Calcestruzzo delle strutture in C.A. d'opera	7
4.2. Acciaio per C.A.	7
4.3. Acciaio per tiranti	8
4.4. Malte per tiranti	8
4.5. Protezioni per tiranti	9
4.6. Boiacca per iniezioni cementizie	9
<b>5. Relazione geotecnica</b>	11
<b>6. Analisi dei carichi</b>	13
6.1. Carichi permanenti (G1 e G2)	13
6.2. Carichi variabili (Q)	13
6.2.1. Carico neve	13
6.2.2. Sovraccarico da traffico	13
6.3. Variazioni termiche	14
6.4. Azioni del vento	14
6.5. Relazione sismica	15
6.6. Spinta della terra e dell'acqua	17
6.6.1. Calcolo della spinta a riposo	17
6.6.2. Calcolo della spinta attiva	17
6.6.3. Metodo di Culmann	19
6.6.4. Calcolo della spinta terre in condizione sismica	20
<b>7. Combinazione delle azioni</b>	22
<b>8. Calcolo dei muri di sostegno</b>	23
8.1. Modellazione del problema	23
8.2. Formulazioni di verifica adottate	24
8.3. Dati di input del problema	29
8.4. Verifiche muro sezione "D"	30
8.5. Verifica sez. C	59
8.6. Verifica sez. B	92
8.7. Verifica sez. A	111
8.8. Analisi componente tangenziale T	131
8.9. Incremento inerziale allo SLV	134
8.10. Lunghezze di ancoraggio	135

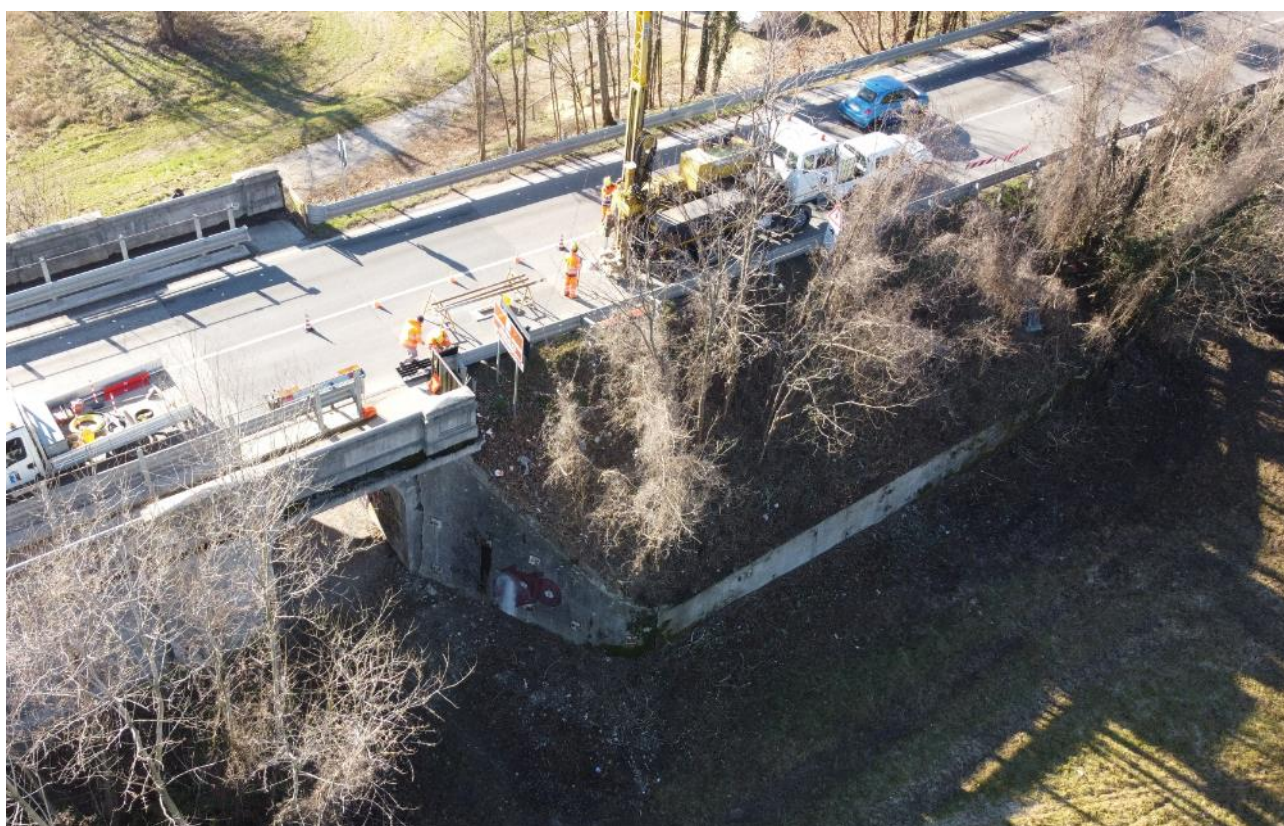
8.11.	Verifica piastra di ancoraggio dei tiranti.....	136
<b>9.</b>	<b>Giudizio Motivato di accettabilità dei risultati (par. 10.2.1 NTC18).....</b>	<b>137</b>
9.1.	Tipo di analisi svolte .....	137
9.2.	Origine e caratteristiche dei codici di calcolo .....	137
9.3.	Affidabilità dei codici di calcolo .....	137
9.4.	Giudizio motivato di accettabilità dei risultati .....	138



## 1. Descrizione dell'opera

La presente relazione viene redatta nell'ambito dell'intervento urgente per: "S.S. 14 "della Venezia Giulia" in gestione alla Friuli Venezia Giulia Strade S.p.A.- Lavori di somma urgenza per l'esecuzione di interventi di ripristino funzionale dei muri d'ala della spalla lato Venezia del ponte sul Fiume Isonzo al km 117+940 circa in comune di Fiumicello Villa Vicentina (UD)".

Verranno realizzate opere di sostegno e di placcaggio dei muri d'ala esistenti della spalla verso Cervignano che mostrano degli evidenti segni di spanciamiento.



**MURO D'ALA LATO NORD**

Anche il rilevato stradale evidenzia qualche segno di cedimento e verranno eseguite delle iniezioni cementizie per aumentarne la stabilità globale.

Le lavorazioni previste, sono nell'ordine:

- Disgaggio e taglio della vegetazione del pendio di rilevato stradale;
- Esecuzione delle iniezioni cementizie inclinate di  $10^\circ$  e a monte dei muri d'ala, sul rilevato stradale;
- Esecuzione dei tiranti inclinati di  $5^\circ$  sull'orizzontale sui muri andatori e di  $20^\circ$  (per evitare eventuali intersezioni dello scavo) sul muro di sottoscampa lato Nord, in direzione normale al

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



paramento del muro esistente, i tiranti passivi in barra Diwidag  $\Phi 26.5$  mm - foro  $\Phi 120$  mm, hanno tutti lunghezze di 11.00 m (a maturazione avvenuta del bulbo di fondazione, si bloccherà subito il muro esistente in calcestruzzo con una prima piastra in acciaio, e questo per garantire la sicurezza di esecuzione delle fasi successive di scavo delle fondazioni che verranno realizzate sempre in presenza di traffico sulla SS14);

- Pulizia con idropulitrice dei muri esistenti;
- Scavi delle fondazioni dei muri in C.A. e posa armature;
- Armatura dei muri e getto in C.A. (il muro di sottoscarpa presente solo sul Lato Nord, viene innalzato di 1.00 m per diminuire la pendenza del rilevato stradale esistente);
- Da prevedersi per il drenaggio dreni microfessurati in PVC suborizzontali, mentre sul pendio del rilevato sono previsti degli embrici di raccolta dell'acqua della strada e una canaletta a tergo dei muri di sottoscarpa;
- Risagomatura del rilevato stradale con misto arido e terreno vegetale per uno strato di 30 cm e semina dell'erba a spaglio;
- Blocco dei tiranti passivi con dado e piastra in acciaio e rivestimento della testa con cappuccio in PVC;

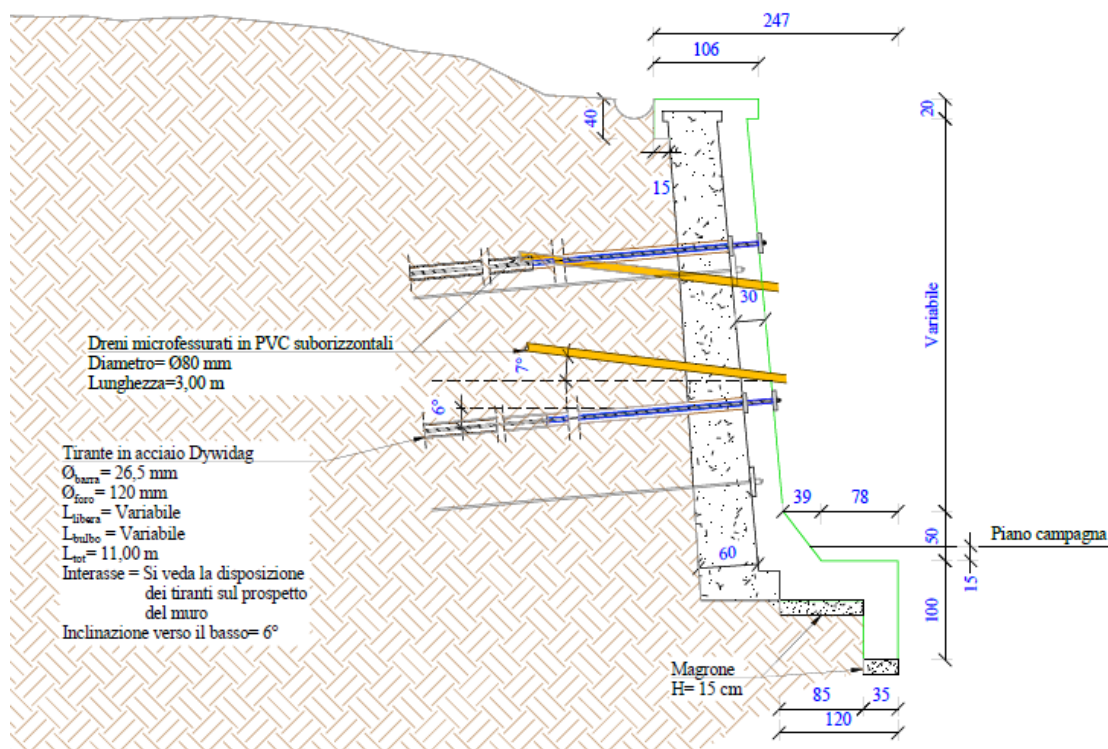
Vengono migliorate la stabilità e la resistenza dei muri d'ala anche al passaggio di carichi eccezionali (mezzo articolato con 18 assi) del peso complessivo di 220,44 ton, avente le seguenti caratteristiche (geometria e pesi per asse):

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



## SEZIONE TIPO DI PROGETTO DEI MURI D'ALA DI MONTE E DI VALLE

Scala 1:50



### Sezione di progetto muro d'ala





## 2. Normative di riferimento

Per l'analisi statica e la procedura di verifica si è fatto specifico riferimento alla Normativa italiana vigente ed in particolare si sono osservate le prescrizioni contenute in:

- D.M. 17 gennaio 2018: aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (denominate NTC) e Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” » di cui al DM 17 gennaio 2018.
- L. 5 novembre 1971 n. 1086 – “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- UNI EN 206:2016: Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- Legge 2 febbraio 1974, n°64. “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.”
- UNI 11104:2016 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione produzione e conformità. Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206”.
- UNI EN 1997 - Eurocodice 7 – “Progettazione geotecnica”.
- UNI EN 1998 - Eurocodice 8 – “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”.
- UNI EN 1993 - EC3 (Eurocodice 3) Relativa alla progettazione delle strutture in acciaio



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 6 di 140

### 3. Vita nominale della struttura e periodo di riferimento

Si assume da tabella 2.4.I del §2.4.1 delle N.T.C. 2018:

Vita nominale della struttura  $V_N \geq 50$  anni

Classe d'uso secondo §2.4.2 = classe **IV**

La classe d'uso IV fa riferimento, in questo caso, ad una strada ritenuta strategica.

Coefficiente d'uso:  $C_u = 2,0$

Periodo di riferimento per l'azione sismica secondo §2.4.3 delle N.T.C. 2018:

$V_R = V_N \times C_u = 100$  anni



## 4. Relazione sui materiali

### 4.1. Calcestruzzo delle strutture in C.A. d'opera

Per le strutture in C.A. gettato in opera, si impiega un calcestruzzo con:

$R_{ck} \geq 40$  MPa (resistenza cubica caratteristica a 28 gg.) -

resistenza caratteristica cilindrica :  $f_{ck} = 40 \times 0.83 = 33.20$  N/mm<sup>2</sup>

resistenza media cilindrica :  $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.20$  N/mm<sup>2</sup>

resistenza media a trazione semplice (assiale)  $f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3} = 3.1$  N/mm<sup>2</sup>

resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale) corrispondente al frattile 5%  $f_{ctk}$  :

$$f_{ctk} = 0.70 f_{ctm} = 2.17 \text{ N/mm}^2$$

con resistenza di calcolo a rottura per compressione  $f_{cd}$  :

$$f_{cd} = 0.85 \times 33.20 / 1.50 = 18.81 \text{ N/mm}^2$$

resistenza di calcolo a rottura per trazione  $f_{ctd}$  :

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 2.17 / 1.50 = 1.45 \text{ N/mm}^2$$

Tensione tangenziale di aderenza acciaio-cla con barre  $\Phi \leq 32$  mm

$$f_{bd} = 2.25 \times f_{ctk} = 4.88 \text{ N/mm}^2 \text{ (in condizioni di buona aderenza)}$$

$$E_{cm} = 22.000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 33.643 \text{ N/mm}^2$$

$\nu = 0.2$  coefficiente di Poisson

Il coefficiente di dilatazione è preso pari a :  $\alpha = 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Il calcestruzzo sarà confezionato in base alle seguenti **prescrizioni**:

- **C 32/40**;

classe di esposizione **XC4 – XF1**, secondo UNI EN 206:2016;

classe di consistenza **S4** (slump 160÷210);

rapporto acqua/cemento non superiore a :  **$a/c \leq 0.5$** ;

dosaggio minimo cemento **340 kg per m<sup>3</sup>** di conglomerato;

inerti assortiti con diametro massimo di 32 mm- **D32** ;

copriferro minimo di 4,0 cm.

### 4.2. Acciaio per C.A.

Per le armature del C.A. s'impiega un acciaio in barre del tipo:

**B 450 C**, con caratteristiche di resistenza:

Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} \geq 450$  N/mm<sup>2</sup>



Tensione caratteristica di rottura:	$f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
Allungamento totale al carico max.:	$(A_{gt})_k > 7,5 \%$
$1,15 \leq f_t/f_y < 1.35$	
$f_{y,eff} / f_{y,nom} < 1,25$	
Modulo di Young $E_s$	210.000 MPa
Resistenza di calcolo a rottura per trazione $f_{yd}$ :	
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1.15 = 391.30 \text{ N/mm}^2$ .	
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio (SLU) $\gamma_m$ :	1,15

### 4.3. Acciaio per tiranti

Per i tiranti passivi di utilizzano:

Tiranti a barre tipo “DIWIDAG” a filettatura continua.

Acciaio Y1050H con caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{p0.1k} \geq 950 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura:	$f_{pk} \geq 1050 \text{ N/mm}^2$
Allungamento totale al carico max.:	$(A_{gt})_k > 3.5 \%$

### 4.4. Malte per tiranti

Saranno usate miscele a base di cemento, aventi la seguente composizione:

- Rapporto acqua/cemento: 0.4 (40 litri acqua + 100 Kg cemento R42.5)
- additivo al 6% rispetto al peso del cemento, Tipo Flowcable.

La malta sarà confezionata in base alle seguenti prescrizioni:

- **C 25/30**;
- classe di esposizione **XC2**, secondo UNI EN 206-1 (marzo 2006);
- Bleeding (rif. Standard EN):  $< 3\%$
- Fluidità al cono:  $t_0 < 25s$  e  $0.8t_0 < t_{30} < 1.2t_0$  e comunque  $< 25s$ .

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro, inferiore allo 0,05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri, inferiore allo 0,15% in peso.



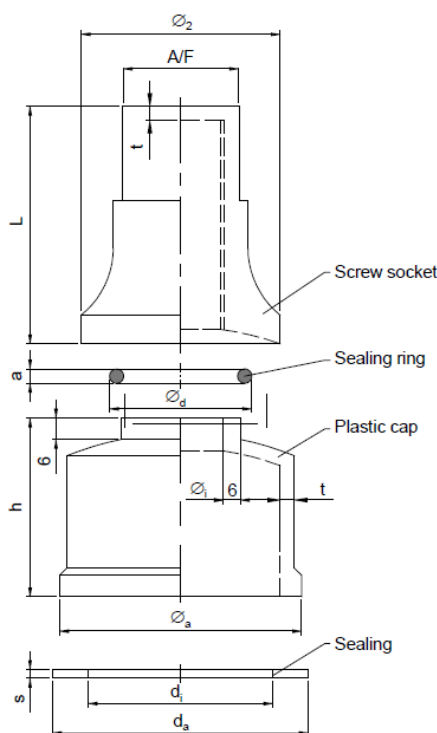
#### 4.5. Protezioni per tiranti

Ai fini della protezione anticorrosiva della testata della barra, esposta all'azione degli agenti atmosferici, è previsto l'impiego di un cappello esterno, realizzato in PVC da posizionare sopra la piastra metallica di ripartizione ed a battuta. L'elemento è previsto con spessore 5mm.

La tenuta idraulica è garantita da un o-ring, alloggiato nella specifica sede e compreso nel serraggio del tappo terminale.

La testata viene infine riempita di grasso passivante (tipo Unigel 128F-1, conforme a norma ETAG013), sigillando e garantendo la durabilità alla corrosione.

La protezione della piastra metallica di ripartizione può essere integrata tramite applicazione, in doppia passata, di vernice epossidica bicomponente del tipo "Duresil EB" (Mapei) , "Masterseal 110 (BASF) o equivalenti.



Dimensions in mm

Prestressing steel bar $\varnothing$	Plastic cap			Screw socket			Sealing ring	Sealing	
	t	$\varnothing_a \times h$	$\varnothing_1$	A/F	$\varnothing_2$	L	$\varnothing_d \times a$	$d_a / d_i$	s
mm	mm	mm x mm	mm	mm	mm	mm	mm x mm	mm / mm	mm
17.5	5	85 x 60	30	41	70	82	56 x 8	89 / 65	3
26.5-32	5	112 x 87	42	50	90	126	68 x 8	115 / 85	3
36-40	5	132 x 105	58	70	110	154	84 x 8	135 / 105	3
47	5	183 x 125	72	80	130	175	98 x 8	186 / 156	3

#### 4.6. Boiacca per iniezioni cementizie

La composizione della miscela espansiva da iniettare è la seguente:

- Cemento : 310 kg
- Bentonite CV 15: 27 kg
- Acqua : 886 litri



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 10 di 140

- Densità : 1.23 +/- 0.02
- Viscosità : 33 s +/- 3s
- Decantazione : < 5% a 3h.

FIRMA DEL CALCOLATORE

FIRMA DEL DIRETTORE LAVORI





## 5. Relazione geotecnica

Ai fini di una corretta valutazione delle proprietà geotecniche e geologiche del sito, sono state disposte le seguenti indagini:

- n° 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo
- n° 1 stendimento sismico tipo MASW
- n° 2 stazione sismica tipo HVSR
- n° 5 scavi esplorativi a mezzo escavatore meccanico

Si rimanda alla relazione geologica del Dott. Geologo Francesco Caproni per l'illustrazione dei risultati geologici. Si utilizzano dunque i seguenti parametri geotecnici:

Unità geotecnica superficiale e di riempimento del rilevato costituita da Materiale di riporto - Ghiaia con qualche ciottolo in matrice sabbiosa:

- Peso specifico:  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- Angolo d'attrito:  $\phi = 33^\circ$
- Coesione:  $c' = 0 \text{ kN/m}^2$

Unità geotecnica fondazionale costituita da Sabbia limosa:

- Peso specifico:  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
- Angolo d'attrito:  $\phi = 31^\circ$
- Coesione:  $c' = 3 \text{ kN/m}^2$

Fino a 3.10 m di profondità.

L'unità più profonda presenta invece possiede caratteristiche meccaniche migliori, che nel caso in esame non vengono prese in conto, in presenza di fondazioni superficiali.

La falda si è considerata al di sotto della zona di interesse, poiché presente solo in profondità.

Per quanto attiene alla caratterizzazione sismica, le prospezioni geofisiche evidenziano valori delle  $V_{seq.}$  che consentono di confermare il sito nella categoria B *“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”* e in una categoria topografica T1.

L'area di progetto ricade nell'ambito di area fluviale ai sensi dei PAI del fiume Isonzo e del recente Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA).



Per quanto riguarda i tiranti, la capacità a sfilamento è stata calcolata definendo la portata laterale, tramite il coefficiente di aderenza “tirante – terreno”, assunto pari a  $\tau = 1 \text{ Kg/cm}^2$ , desunta da considerazioni cautelative sul terreno in esame, (rif. *Lizzi 1985, FHWA DP-68-1 R, 1999 e E. Segre, "Proposta di metodo di prove semplici per tiranti di ancoraggio"*) ed in accordo col geologo.

Il coefficiente di maggiorazione del diametro, per effetto dell'iniezione cementizia del foro (IGU), è stato assunto, nelle ghiaie, pari ad  $\alpha = 1.15$ .

Tale assunzione è stata comunque raffrontata con il comprovato metodo di Bustamante e Doix, implementato anche nel software utilizzato. Per tale metodologia si utilizzano le seguenti correlazioni empiriche:

$$f_s \cong \frac{1}{10} p_{lim}$$

Con

$$\frac{p_{lim}}{p_a} \cong \frac{N_{SPT}}{2} \cong \frac{1}{10} \frac{q_c}{p_a}$$

Valori del coefficiente $\alpha$ ( $V_s = L_s \cdot \pi \cdot d_s^2 / 4$ )				
TERRENO	Valori di $\alpha$		Quantità minima di miscela consigliata	
	IRS	IGU	IRS	IGU
Ghiaia	1,8	1.3 - 1.4	1.5 Vs	1.5 Vs
Ghiaia sabbiosa	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4	1.5 Vs	1.5 Vs
sabbia ghiaiosa	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia grossa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia media	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia fine	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 Vs	1.5 Vs
Sabbia limosa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	(1.5 - 2) Vs	1.5 Vs

Considerando un NSPT medio per il rilevato pari a 15 colpi, a cui corrisponde:  $f_s = 75 \text{ kPa}$  con un coefficiente  $\alpha = 1.35$ .

Per quanto esposto in precedenza si è dunque arrivati ad un risultato analogo.

**FIRMA DEL PROGETTISTA**

## 6. Analisi dei carichi

### 6.1. Carichi permanenti (G1 e G2)

$$\gamma = 25,0 \text{ kN/m}^3 \text{ peso del C.A. (muro, fondazione, cordolo)}$$

Non vi sono particolari carichi di tipo G2 applicati.

## 6.2. Carichi variabili (Q)

### 6.2.1. Carico neve

Si consideri un sovraccarico neve, in zona I (Alpina) e altitudine  $a_s < 200\text{m}$ , pari a  $a_s = 10\text{-}15\text{m}$  e  $q_{sk} = 1.50 \text{ kN/mq}$ .

Si assume  $C_E = C_T = 1$  e il coefficiente di forma  $\mu_1 = 1$ .

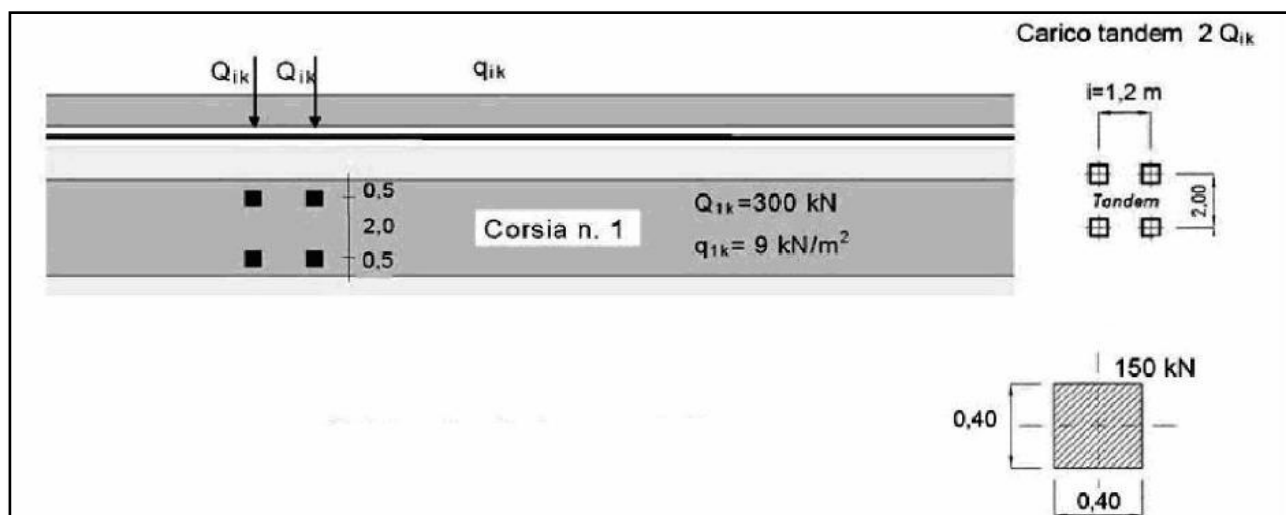
Si ottiene quindi:  $q_s = \mu_i \times q_{sk} \times C_E \times C_t = 1 \times 1.5 \times 1 \times 1 = 1.50 \text{ kN/m}^2$

### 6.2.2. Sovraccarico da traffico

Come già anticipato nella descrizione generale dell'opera, si fa riferimento al sovraccarico stradale da normativa NTC 2018.

Si consideri il sovraccarico mobile stradale per ponti di 1<sup>a</sup> categoria, definito nel seguito.

Con riferimento al §5.1.3.3.5 del D.M. 17/01/2018 il carico stradale viene assunto come da schema di carico 1 relativo ad un mezzo convenzionale a due assi da 600kN.



*Schema di carico da §5.1.3.3.5 del D.M. 17/01/2018 (dimensioni in metri)*

Per quanto alle opere di sostegno in progetto si fa riferimento al C5.1.3.3.5.1, che consente di semplificare il carico tandem attraverso una forza distribuita su una superficie rettangolare pari a 2,20m x 3m. Al di fuori di questa superficie continuerà ad agire il carico di 9 kN/mq.

Le pressioni che si adottano sono dunque:  $600/(2.2 \times 3) + 9 = 99.9 \text{ kN/mq}$  e  $400/(2.2 \times 3) + 2.5 = 63.1 \text{ kN/mq}$ .



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 14 di 140

### 6.3. Variazioni termiche

Si considerano trascurabili gli effetti dovuti alle variazioni termiche per le strutture di sostegno previste. Saranno comunque disposti giunti tecnici lungo le elevazioni del muro.

### 6.4. Azioni del vento

Si considerano trascurabili gli effetti dovuti alle azioni del vento, in quanto contrarie alle spinte più gravose (spinte terre). Il vento tangenziale, parallelo al muro può essere senz'altro trascurato in virtù della solidità statica dell'opera in senso longitudinale.



## 6.5. Relazione sismica

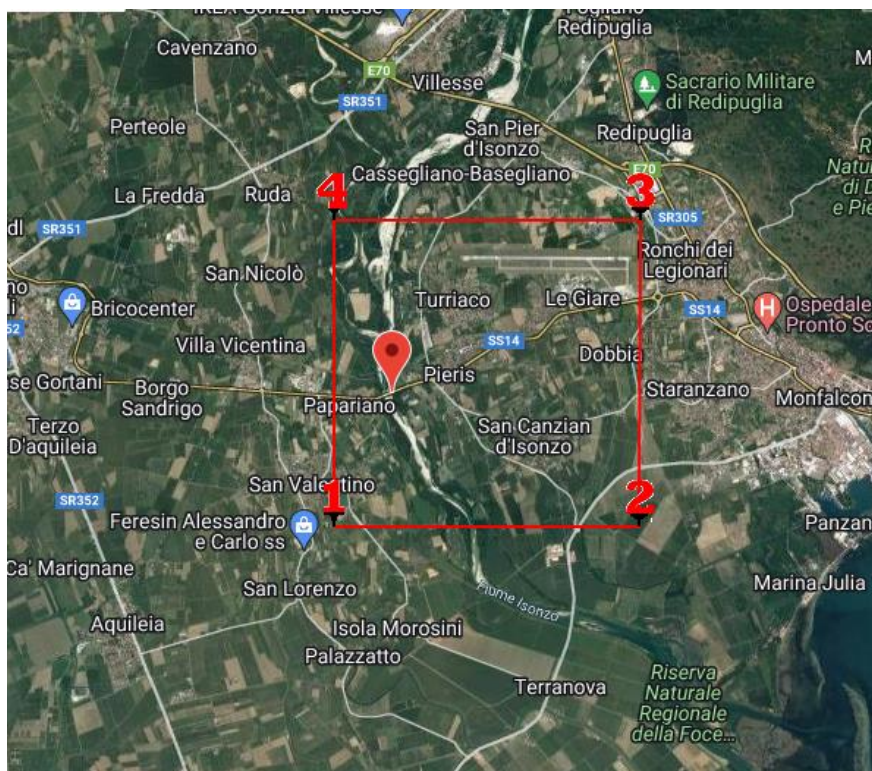
Le azioni sismiche sono valutate secondo le indicazioni delle N.T.C. 2018.

### ➤ Località Papariano / Pieris

#### ZONIZZAZIONE DEL SITO

Il sito oggetto d'intervento, corrisponde alla: Provincia di Udine, Comune di Fiumicello.

La superficie rigata di interpolazione è rappresentata e individuata nella seguente figura:



Con riferimento alla Vita nominale ed alla Vita di riferimento precedentemente esplicitati, la seguente tabella indica i periodi di ritorno previsti, in relazione alla probabilità assegnata, per i diversi stati limite da considerare nelle analisi.

Si riportano, nella tabella seguente, i valori di accelerazione di picco e gli altri parametri significativi degli spettri di progetto, per i diversi stati limiti da analizzare.

STUDIO TECNICO **CAPRONI**Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVOdoc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 16 di 140

Classe Edificio

IV. Funzioni pubbliche o strategiche importanti... ▼



Vita Nominale

50 ▼



Interpolazione

Media ponderata ▼

**CU = 2**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	Fo	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	60	0.053	2.530	0.265
Danno (SLD)	101	0.067	2.509	0.290
Salvaguardia vita (SLV)	949	0.162	2.557	0.358
Prevenzione collasso (SLC)	1950	0.206	2.612	0.367
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	100			



Cat. Sottosuolo

B ▼



Cat. Topografica

T1 ▼

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,18
CC Coeff. funz categoria	1,43	1,41	1,35	1,34
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.063	0.080	0.194	0.243
kv	0.032	0.040	0.097	0.122
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.622	0.789	1.904	2.387
Beta	1.000	1.000	1.000	1.000

Come spiegato nel seguito si considererà il muro non in grado di subire spostamenti, per effetto dei tiranti.

FIRMA DEL CALCOLATORE





## 6.6. Spinta della terra e dell'acqua

### Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

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

#### 6.6.1. Calcolo della spinta a riposo

La spinta a riposo su opere non in grado di subire spostamenti può essere calcolata come:

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_0$$

Dove:

$$K_0 = 1 - \sin \phi \quad \text{coefficiente di spinta a riposo}$$

La spinta cresce quindi triangolarmente con la profondità  $z$  e vale:

$$s_t = K_0 \cdot \gamma_t \cdot z$$

In presenza di pendio spingente inclinato, sono presenti in letteratura correlazioni correttive, come la formulazione di Kezdi (1972). In questo caso detto  $\beta$  l'angolo di inclinazione del terrapieno, si può trovare  $K_0 = (1 - \sin \phi) / (1 - \sin \beta)$ .

#### 6.6.2. Calcolo della spinta attiva

La spinta attiva può essere calcolata tramite la teoria di Coulomb, e nel caso particolare con la teoria di Rankine. Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Coulomb* è basato sullo studio dell'equilibrio



limite globale del sistema formato dal paramento e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida.

Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

$$P_t = K_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta  $S_t$  è applicata ad  $1/3 H$  di valore

$$S_t = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a$$

Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta - \varphi)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[ 1 + \frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)} \right]^2}$$

Valori limite di  $K_a$ :

$\delta < (\beta - \varphi - \varepsilon)$  secondo Muller-Breslau

$\gamma_t$  = Peso unità di volume del terreno;

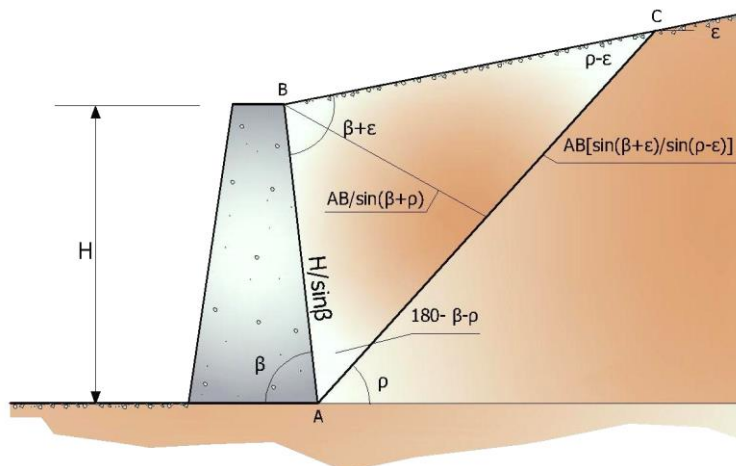
$\beta$  = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

$\varphi$  = Angolo di resistenza al taglio del terreno;

$\delta$  = Angolo di attrito terra-muro;

$\varepsilon$  = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;

$H$  = Altezza della parete.





Cuneo di rottura usato per la derivazione dell'equazione di Coulomb relativa alla pressione attiva.

Se  $\varepsilon = \delta = 0$  e  $\beta = 90^\circ$  (parete verticale liscia e terrapieno con superficie orizzontale) la spinta  $S_t$  si semplifica nella forma esplicitata dalla **Teoria di Rankine**:

$$S_t = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \frac{(1 - \sin\varphi)}{(1 + \sin\varphi)} = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \tan^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$$

che coincide con l'equazione di Rankine per il calcolo della spinta attiva del terreno con terrapieno orizzontale.

In effetti Rankine adottò essenzialmente le stesse ipotesi fatte da Coulomb, ad eccezione del fatto che trascurò l'attrito terra-muro e la presenza di coesione. Nella sua formulazione generale l'espressione di  $K_a$  di Rankine si presenta come segue:

$$K_a = \cos\varepsilon \frac{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}$$

### 6.6.3. Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. 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 coefficiente di 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). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb. Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta  $S$  rispetto all'ordinata  $z$ . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.



#### 6.6.4. Calcolo della spinta terre in condizione sismica

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

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta \quad \beta' = \beta + \theta$$

dove  $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$  essendo  $k_h$  il coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $k_h$ .

In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctan \left( \frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v} \right)$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctan \left( \frac{\gamma}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v} \right)$$

Detta  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente  $A$  vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2 \beta \cos \theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente  $A$  si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di  $\theta$ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente  $A$  viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come



$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove  $W$  è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

### Calcolo coefficienti sismici

Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni (**NTC 2018**):

$$k_h = \beta_m \cdot \left( \frac{a_{\max}}{g} \right); \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove

$\beta_m$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{\max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

Dove:

$S$  = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ), di cui al §3.2.3.2;

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, per i muri di sostegno, il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito è pari a:

$\beta_m = 1$  nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV E SLD)

Per quanto visto in relazione sismica, si è considerato il muro non in grado di subire spostamenti, pertanto il coefficiente  $k_h$  è stato assunto cautelativamente uguale a:

$k_h = 0.194$  (SLV)



## 7. Combinazione delle azioni

Per le verifiche strutturali le azioni vengono combinate secondo quanto indicato nel §2.5.3 del D.M. NTC 2018, pertanto si farà riferimento a:

- 1) Combinazione fondamentale SLU:  
 $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$
- 2) Combinazione caratteristica SLE:  
 $G_1 + G_2 + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$
- 3) Combinazione frequente SLE:  
 $G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$
- 4) Combinazione quasi permanente SLE:  
 $G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$

I valori dei coefficienti di combinazione ( $\psi_{0j}$ ,  $\psi_{1j}$ ,  $\psi_{2j}$ ) e dei coefficienti parziali di sicurezza ( $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qi}$ ) vengono desunti rispettivamente dalla Tab. 2.5.1 e dalla Tab. 2.6.1 del D.M. 17/01/2018

**Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU**

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1	A2
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>m)</sup>

**Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	$\gamma_r$	1,0	1,0

Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

Le verifiche in ambito geotecnico seguiranno l'approccio 2 SLU con le combinazioni:

- A1+M1+R3
- A2+M2+R2 per la stabilità globale del pendio.

Si tiene infine conto della Tab. 5.1.V per le azioni variabili da traffico veicolare. Per le verifiche sismiche le combinazioni saranno:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$





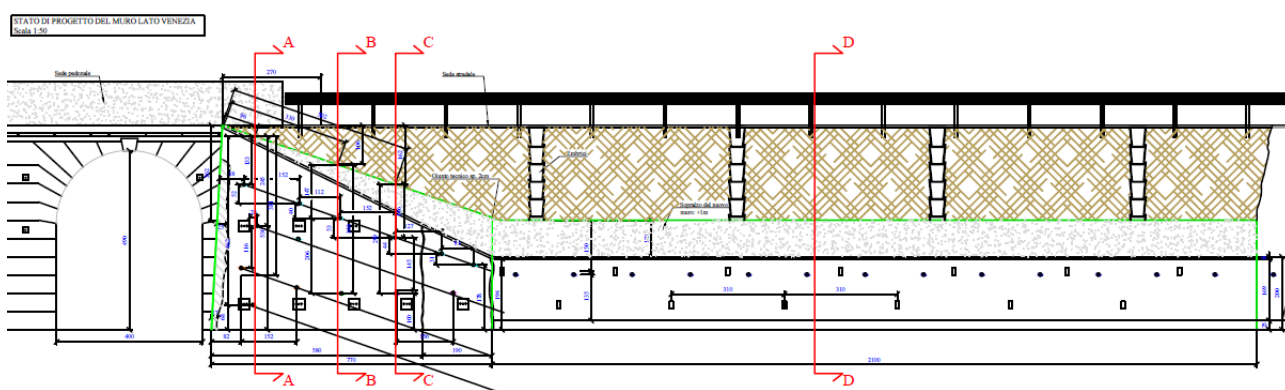
“E” azione sismica allo SLV. Pertanto nella fattispecie, il carico variabile non sarà contemporaneamente presente al sisma, i coefficienti “A” saranno unitari, come anche i parametri di riduzione “M”.

## 8. Calcolo dei muri di sostegno

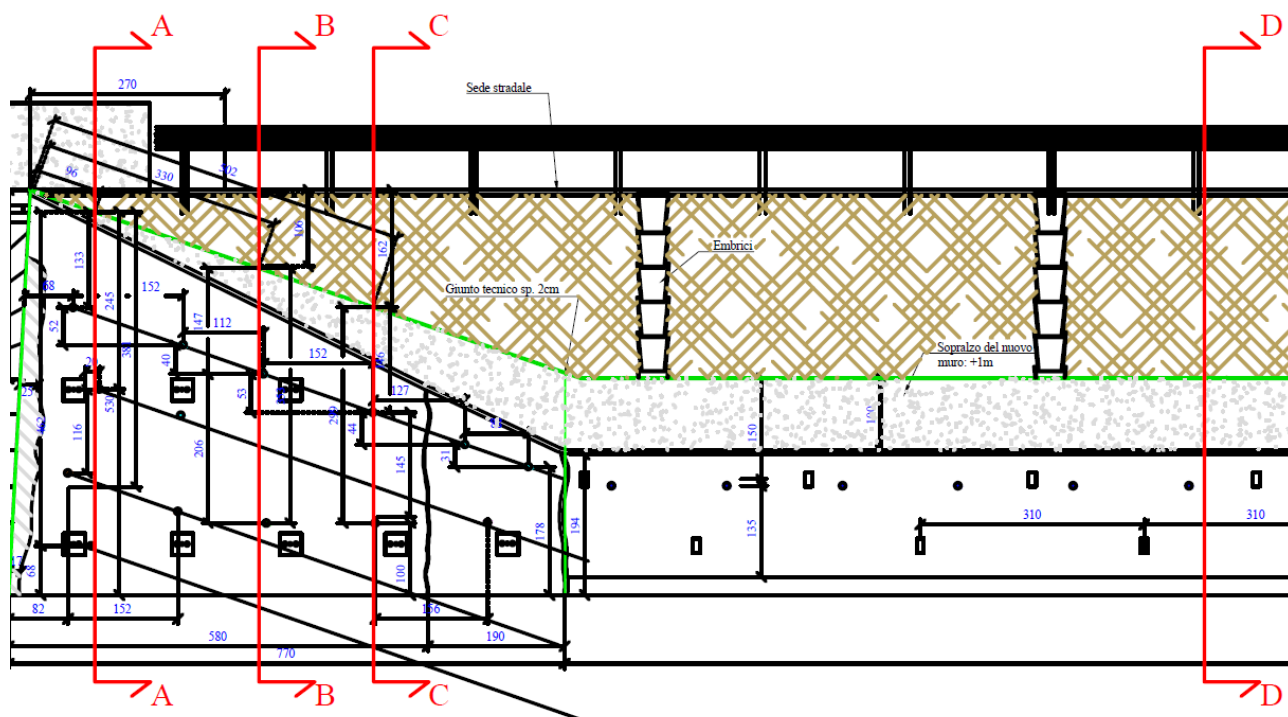
### 8.1. Modellazione del problema

Si è eseguita una modellazione del problema geotecnico e strutturale tramite software MAX vers. 16.02. B distribuito da Aztec Informatica.

La teoria delle spinte terre segue la teoria già illustrata nei paragrafi precedenti. Vengono eseguiti quattro modelli, corrispondenti a quattro sezioni differenti, denominate A, B, C (per il muro d’ala) e D per il muretto più lungo, parallelo alla sede stradale.



*Schema Sezioni di calcolo*



*Schema Sezioni di calcolo*



Per quanto concerne il muro d'ala sud, in virtù della presenza di condizioni geotecniche e geometriche analoghe, si mantiene il dimensionamento seguente valido, con le altezze di riferimento dei tiranti proporzionali a quanto di seguito verificato.

Si descrivono ora le basi teoriche per le principali verifiche adottate.

## 8.2. Formulazioni di verifica adottate

### Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante  $M_r$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $M_s$ ) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_r$ .  
Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza:

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta  $S$ , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

### Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro  $F_s$  risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_s$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \tan \delta_f + c_a B_r$$

Nel caso di fondazione con dente, viene calcolata la resistenza passiva sviluppata lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, inclinato dell'angolo  $\rho$  (rispetto all'orizzontale). Tale cuneo viene individuato attraverso un procedimento iterativo. In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei



parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale. Detta  $N$  la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione,  $Q$  l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo,  $S_p$  la resistenza passiva,  $L_c$  l'ampiezza del cuneo e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = (N - Q) \tan \delta_f S_p + c_a L_r$$

con

$$L_r = B_r - L_c$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione,  $\delta_f$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_f$  pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

### Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c + qN_q s_q d_q i_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione:

- $c$  coesione del terreno in fondazione
- $\phi$  angolo di attrito del terreno in fondazione
- $\gamma$  peso di volume del terreno in fondazione
- $B$  larghezza della fondazione
- $D$  profondità del piano di posa
- $q$  pressione geostatica alla quota del piano di posa
- $N$  fattori di capacità portante
- $d$  fattori di profondità del piano di posa
- $i$  fattori di inclinazione del carico

Fattori di capacità portante		$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	$N_q = e^{\pi \tan \phi K_p}$	$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$
Fattori di forma	$\phi = 0$	$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1$	$s_\gamma = 1$
	$\phi > 0$	$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1 + 0.1K_p \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 + 0.1K_p \frac{B'}{L'}$
Fattori di profondità	$\phi = 0$	$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1$	$d_\gamma = 1$
	$\phi > 0$	$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$



Fattori di inclinazione del carico	$\varphi = 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_\gamma = 0$
	$\varphi > 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_g = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\varphi^\circ}\right)^2$

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

#### Riduzione per eccentricità del carico

Nel caso in cui il carico al piano di posa della fondazione risulta eccentrico, Meyerhof propone di moltiplicare la capacità portante ultima per un fattore correttivo  $R_e$

$R_e = 1.0 - 2.0 \frac{e}{B}$	per terreni coesivi
$R_e = 1.0 - \sqrt{\frac{e}{B}}$	per terreni incoerenti

con  $e$  eccentricità del carico e  $B$  la dimensione minore della fondazione.

#### Riduzione per effetto piastra

Per valori elevati di  $B$  (dimensione minore della fondazione), Bowles propone di utilizzare un fattore correttivo  $r_\gamma$  del solo termine sul peso di volume ( $0.5 B \gamma N_\gamma$ ) quando  $B$  supera i 2 m.

$$r_\gamma = 1.0 - 0.25 \log \frac{B}{2.0}$$

Il termine sul peso di volume diventa:

$$0.5 B \gamma N_\gamma r_\gamma$$

#### Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro + terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a  $\eta_g$ .

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_{i=0}^n \left[ \frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \varphi_i}{m} \right]}{\sum_{i=0}^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine  $m$  è espresso da



$$m = \left( 1 + \frac{\tan \varphi_i \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

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

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine  $m$  che è funzione di  $\eta$ . Quindi essa è risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare fin quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

## Tiranti di ancoraggio

I muri 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.

## **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.

Siano  $N$  lo sforzo nel tirante,  $\delta$  l'angolo d'attrito tirante-terreno,  $c_a$  l'adesione tirante-terreno,  $\gamma$  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

$$N = \pi D L_f (\gamma H K_s \tan \delta + c_a)$$

da cui si ricava la lunghezza di ancoraggio  $L_f$

$$L_f = \frac{N}{\pi D (\gamma H K_s \tan \delta + c_a)}$$

$K_s$  rappresenta il coefficiente di spinta

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,  $\tau_{c0}$  è la resistenza tangenziale limite della malta ed  $\omega$  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 la tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo.

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 che compreso fra la paratia e la superficie di ancoraggio.



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 28 di 140

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  $\beta$ , che rappresenta il rapporto fra lo sforzo  $N_0$  al momento del tiro e lo sforzo  $N$  in esercizio

$$\beta = \frac{N_0}{N}$$





### 8.3. Dati di input del problema

Il terreno a monte dell'opera possiede le caratteristiche di resistenza di cui alla relazione geotecnica. La fondazione viene modellata con uno schema a trave. Al contrario, il paramento è modellato con elementi bidimensionali “a piastra”. Al fine di valutare correttamente le tensioni, la lunghezza del paramento di calcolo è definita, a seconda della sezione, in base all'interasse dei tiranti, rappresentati da molle.

Per quanto concerne i tiranti passivi, sono posti a interasse di 1.6m per il muro tipo “D” e interasse variabile come da prospetto per il muro d'ala, sono costituiti da barre filettate Diwidag  $\Phi 26.5\text{mm}$  iniettate in un'unica soluzione. Il tratto libero (lunghezza libera del tirante) è definito secondo l'angolo del cuneo di spinta considerato, a cui viene sommata l'aliquota dovuta alla condizione sismica, secondo quanto disposto nelle NTC 2018 al punto 7.11.6.4.

Il coefficiente di aderenza, utilizzato per la resistenza di attrito laterale è stato assunto pari a  $f_s = 1 \text{ Kg/cm}^2$ , mentre il coefficiente di iniezione è stato preso pari a  $\alpha = 1.15$  così come descritto nella relazione geotecnica.

Le principali ipotesi di calcolo sono inoltre:

- Il contro-muro di progetto viene assoggettato all'intera spinta terre, trascurando la resistenza del muro esistente e dei suoi tiranti.
- Adozione della spinta a riposo
- Adozione di un coefficiente sismico  $\beta_m = 1$
- Intensità azione sismica verticale pari a 0.5 volte quella orizzontale
- Adozione di un angolo di attrito terra-muro pari a  $0^\circ$  (tale assunzione è determinata dalla presenza del muro esistente a tergo dell'opera sul quale si esplica effettivamente l'interazione terra-muro)
- Analisi di stabilità globale secondo Bishop
- Limitazione della resistenza passiva al 50%
- Adozione di un vincolo alla testa del muro d'ala reagente allo solo spostamento verso monte (tale spostamento è causato dall'adozione di un algoritmo di calcolo “a blocchi”, in cui la deformata iniziale dovuta alla sola aliquota del peso proprio provoca una traslazione verso monte della testa del muro, causata dalla posizione del baricentro della struttura. Tale spostamento, non compatibile con le condizioni al contorno reali, viene pertanto impedito);
- Adozione di un modello a piastra per il paramento;
- I carichi stradali vengono presi con riferimento al C5.1.3.3.5.1, considerando la pressione dovuta al traffico di I corsia + II corsia;
- La pressione calcolata al punto precedente si considera in prima battuta costante su tutto il terrapieno, seppur limitata ad una porzione di 2.2m in Normativa;
- Il carico stradale si considera sempre agente sul terrapieno, disposto ortogonalmente al paramento, seppur per alcune sezioni tale ipotesi risulta estremamente a vantaggio di sicurezza, come spiegato nel seguito;
- Si trascura cautelativamente la presenza di un sottofondo stradale con caratteristiche geotecniche superiori;
- Si considerano i nuovi drenaggi previsti, capaci di eliminare la presenza di sovra-pressioni interstiziali dovuti a fenomeni di piovosità eccezionale in grado di imbibire il pendio di rilevato;
- Si trascura l'apporto migliorativo fornito al terreno dalle iniezioni cementizie previste.



Come suggerito da relazione geologica, si è tenuto in conto di un possibile innalzamento della falda fino a livello di fondazione, che è stato tuttavia trattato con verifica disgiunta dai modelli seguenti, in quanto condizione non permanente bensì di eccezionale piena, non contemporanea alle forze massime sismiche. Nel caso in cui il livello dell'acqua aumentasse lungo l'altezza del paramento, va comunque tenuto in conto che la spinta idrostatica sarebbe favorevole all'equilibrio (diretta verso monte).

Si riportano di seguito i principali input forniti al Software di calcolo:

## Materiali

### Simbologia adottata

n° Indice materiale

Descr Descrizione del materiale

#### Calcestruzzo armato

C Classe di resistenza del cls

A Classe di resistenza dell'acciaio

$\gamma$  Peso specifico, espresso in [kN/mc]

$R_{ck}$  Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]

E Modulo elastico, espresso in [kPa]

$\nu$  Coeff. di Poisson

n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls

ntc Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	$R_{ck}$ [kPa]	E [kPa]	$\nu$	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24,5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Y1050H	24,5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50

### Acciai

Descr	$f_{yk}$ [kPa]	$f_{uk}$ [kPa]
B450C	450000	540000
Y1050H	950000	1050000

## 8.4. Verifiche muro sezione "D"

La sezione denominata "D", comprende tutto il tratto di muro rettilineo a sezione costante di lunghezza 21m. Il placcaggio sarà effettuato sul muro esistente con relativo aumento dell'altezza del muro di 1m per consentire un riempimento a tergo di minor pendenza e maggior stabilità finale. Per ragioni di interferenza con i tiranti del muro d'ala si opta per inclinare di 20° sull'orizzontale le perforazioni.

### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n° Indice materiale

Descr Descrizione del materiale

##### Calcestruzzo armato

C Classe di resistenza del cls

A Classe di resistenza dell'acciaio

$\gamma$  Peso specifico, espresso in [kN/mc]

R<sub>ck</sub> Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]  
 E Modulo elastico, espresso in [kPa]  
 ν Coeff. di Poisson  
 n Coeff. di omogenizzazione acciaio/clt  
 n<sub>tc</sub> Coeff. di omogenizzazione clt teso/compresso

### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R <sub>ck</sub> [kPa]	E [kPa]	ν	n	n <sub>tc</sub>
1	C32/40	C32/40	B450C	24,5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Y1050H	24,5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50

### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub> [kPa]	f <sub>uk</sub> [kPa]
B450C	450000	540000
Y1050H	950000	1050000

### Tipologie tiranti

#### Simbologia adottata

Descr Descrizione tipologia  
 Imat Indice materiale  
 D Diametro di perforazione, espresso in [mm]  
 Cesp Coeff. di espansione laterale  
 Tipo armatura Attivo, Passivo tondini o Passivo tubolare  
 Caratteristiche:  
 - per tiranti attivi: numero trefoli e area trefolo espresso in [cmq]  
 - per tiranti passivi con tondini: numero tondini e diametro tondino espresso in [mm]  
 - per tiranti passivi con tubolare: diametro e spessore tubolare, espressi in [mm]  
 Beta Coefficiente cadute di tensione tirante attivo

Descr	Imat	D [cm]	Cesp	Tipo armatura	Caratteristiche	Beta
Tirante Barra Diwidag	2	12,00	1.100	Passivo tondini	1 / 26,50 [mm]	---

Interazione terreno- tiranti n° 1 - Tirante Barra Diwidag

Metodo di calcolo dei tiranti: BUSTAMANTE-DOIX

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, 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 [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	0,00	0.000
2	6,50	2,63	22.029
3	14,00	2,63	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 3.000 [°]

### Geometria muro

### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 21,00 [m]

#### Paramento

Materiale C32/40  
 Altezza paramento 3,00 [m]  
 Altezza paramento libero 3,00 [m]  
 Spessore in sommità 0,30 [m]

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 32 di 140

Spessore all'attacco con la fondazione	0,30	[m]
Inclinazione paramento esterno	2,00	[°]
Inclinazione paramento interno	-2,00	[°]

#### Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	1,05	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,00	[m]
Lunghezza totale	1,35	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Altezza valle esterna	0,40	[m]
Altezza valle interna	0,50	[m]
Altezza monte interna	0,50	[m]
Altezza monte esterna	0,50	[m]
Spessore magrone	0,10	[m]

#### Sperone

Posizione	Valle	
Distanza dal tacco della fondazione	1,00	[m]
Altezza	0,60	[m]
Spessore	0,35	[m]

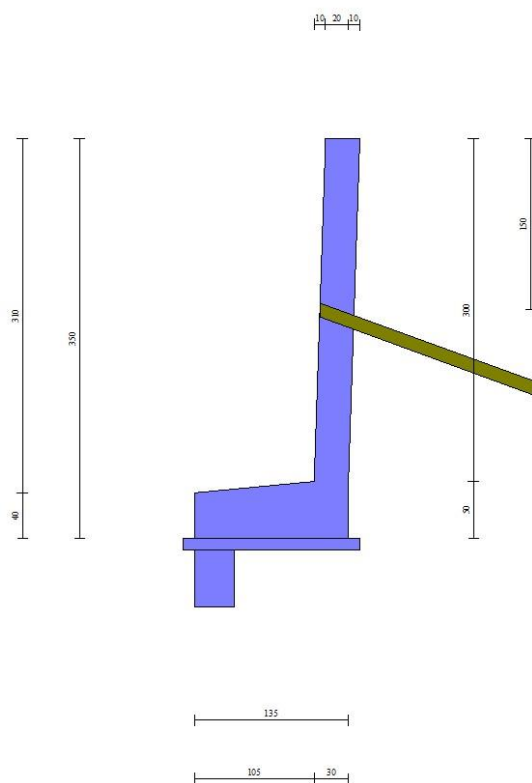


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

#### *Tiranti di ancoraggio*

##### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
Dest	Destinazione del tirante (Fondazione, Paramento)
S	ordinata della fila misurata dalla testa del muro (se il tirante è posizionato sul paramento), ascissa della fila misurata dal tacco della fondazione (se il tirante è posizionato sulla fondazione) espressa in [m]
I	Interasse tra i tiranti della fila espressa in [m]
F	Franco della fila espressa in [m]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
Nt	numero di tiranti della fila
$\alpha$	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)

T tiro iniziale espresso in [kN]. Solo per i tiranti attivi  
 Lt, Lf Lunghezza totale e di fondazione espressa in [m]. Definiti solo nel caso di Verifica.

n°	Tipologia	Dest	S [m]	I [m]	F [m]	ALL	Nt	$\alpha$ [°]	T [kN]	Lt [m]	Lf [m]
1	Tirante Barra Diwidag	Paramento	1,50	1,60	0,20	Centrati	13	20.00	--	11,00	8,20

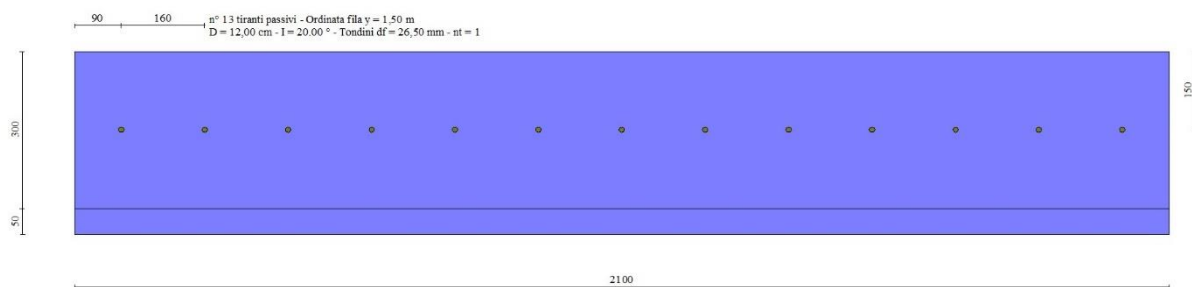


Fig. 2 - Prospetto del paramento con i tiranti

## Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]
1	Terreno riporto	19,0000	20,0000	33.000	0.000	0	0	1.300	100 (CAR)
				33.000	0.000	0	0		100 (MIN)
				33.000	0.000	0	0		100 (MED)
2	Terreno Fondazione	18,0000	19,0000	31.000	22.000	3	0	1.150	100 (CAR)
				31.000	20.667	3	0		100 (MIN)
				31.000	22.667	3	0		100 (MED)

## Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Per calcolo pali (solo se presenti)	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')  
 Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	3,00	0.000	Terreno riporto	0.000	0.000	---	---	---	---	---

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
 SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 34 di 140

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	K <sub>wn</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>wt</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>w</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>s</sub>	Cesp	K <sub>ststa</sub>	K <sub>stsis</sub>
2	3,00	0.000	Terreno Fondazione	3.253	2.113	---	---	---	---	---

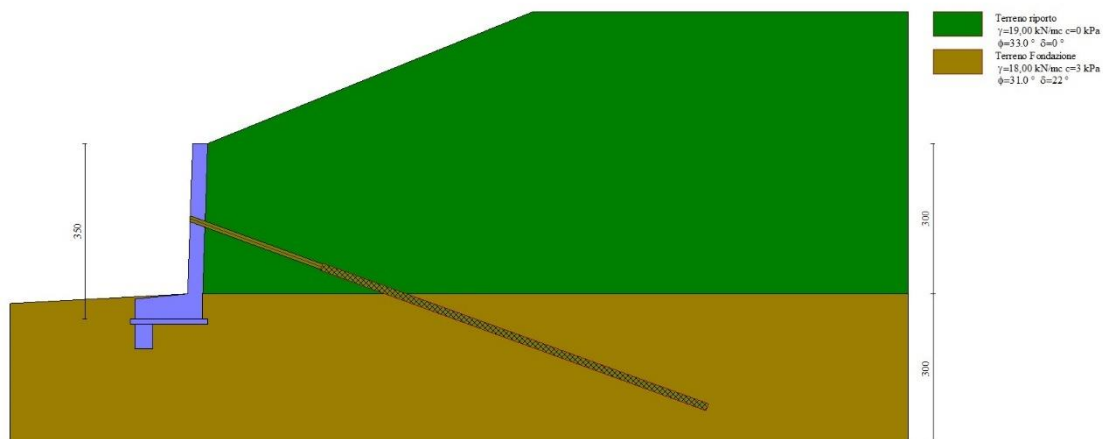


Fig. 3 - Stratigrafia

## Condizioni di carico

### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F <sub>x</sub>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F <sub>y</sub>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X <sub>i</sub>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X <sub>f</sub>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q <sub>i</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [kN]
Q <sub>f</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>f</sub> espressa in [kN]

### Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75$  -  $\Psi_1=0.75$  -  $\Psi_2=0.00$

### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					6,50	9,50	99,9000	99,9000
2	Distribuito					9,50	12,50	67,0000	67,0000

## Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

### Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche	
			UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

### Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO**

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 35 di 140

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per la resistenza di ancoraggi

		R3
Laterale	$\gamma_{Ra}$	1.20

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei tiranti

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.80$   $\zeta_4=1.80$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili.

I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 36 di 140

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEF

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVOdoc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 37 di 140

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - SLEQ H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - SLEQ H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune San Canzian D' Isonzo  
Provincia Gorizia  
Regione Friuli-Venezia Giulia  
Latitudine 45.797037  
Longitudine 13.464918  
Indice punti di interpolazione 11211 - 10989 - 10988 - 11210  
Vita nominale 50 anni  
Classe d'uso IV  
Tipo costruzione Normali affollamenti  
Vita di riferimento 100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.586	0.658
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.162	0.067
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.559	2.507
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.356	0.289
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss	B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St	T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh [%]	kv [%]
Ultimo	1.000	19.397	9.699
Ultimo - Ribaltamento	1.000	19.397	9.699
Esercizio	1.000	8.045	4.022

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare****Opzioni di calcolo**Spinta

Metodo di calcolo della spinta Culmann  
Tipo di spinta Spinta a riposo  
Terreno a bassa permeabilità NO  
Superficie di spinta limitata NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza Meyerhof  
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati) Ponderata  
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza Meyerhof  
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento) Nessuna  
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ( $0.5B\gamma N_{\gamma}$ ) Larghezza ridotta (B')  
Fattori di forma e inclinazione del carico Solo i fattori di inclinazione  
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale Bishop

AltroINTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)

STUDIO TECNICO **CAPRONI**Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO**doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 38 di 140

Partecipazione spinta passiva terreno antistante 0.00  
 Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione 50.00  
 Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni NO  
 Considera terreno sulla fondazione di valle NO  
 Considera spinta e peso acqua fondazione di valle NO

Spostamenti

Modello a blocchi  
 Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti  
 Spostamento limite 5,00 [cm]

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Opzioni calcolo tiranti

Superficie di ancoraggio Angolo di rottura  
 Tensione limite resistenza malta Tensione tangenziale aderenza acciaio-cla (fbd)

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)**Paramento e fondazione muro**

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD eseguite. Struttura in classe d'uso III o IV

Condizioni ambientali Aggressive  
 Armatura ad aderenza migliorata SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile  
 Metodo di calcolo aperture delle fessure NTC 2018 - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.  
 Calcolo momento fessurazione Apertura  
 Resistenza a trazione per Flessione  
 Valori limite aperture delle fessure:  
 $w_1=0.20$   
 $w_2=0.30$   
 $w_3=0.40$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	$0.60 f_{ck}$	$0.80 f_{yk}$
Frequente	$1.00 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$
Quasi permanente	$0.45 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$

## Risultati per inviluppo

## Spinta e forze

### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	85,86	2,83	85,76	4,23	0,00	-2,11
	Peso/Inerzia muro			0,00	42,48/0,00	-0,53	-2,41
	Resistenza passiva sperone			-4,61			
	Resistenza tiranti			-100,51	36,58	-0,35	-1,50
2	Spinta statica	65,68	2,75	65,60	3,15	0,00	-2,10
	Incremento di spinta sismica		60,63	60,56	2,91	0,00	-1,75
	Peso/Inerzia muro			8,24	42,48/4,12	-0,53	-2,41
	Resistenza passiva sperone			-4,61			
	Resistenza tiranti			-100,51	36,58	-0,35	-1,50

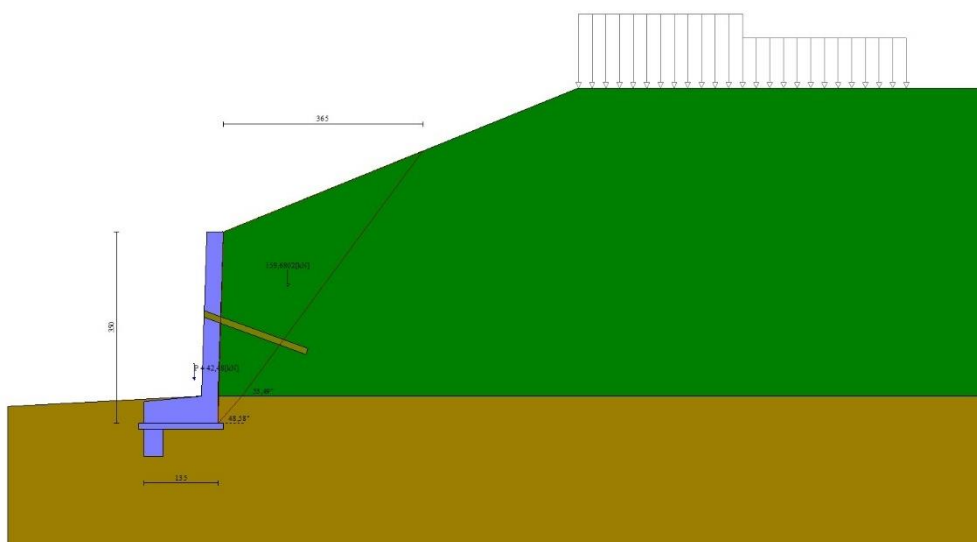


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 40 di 140

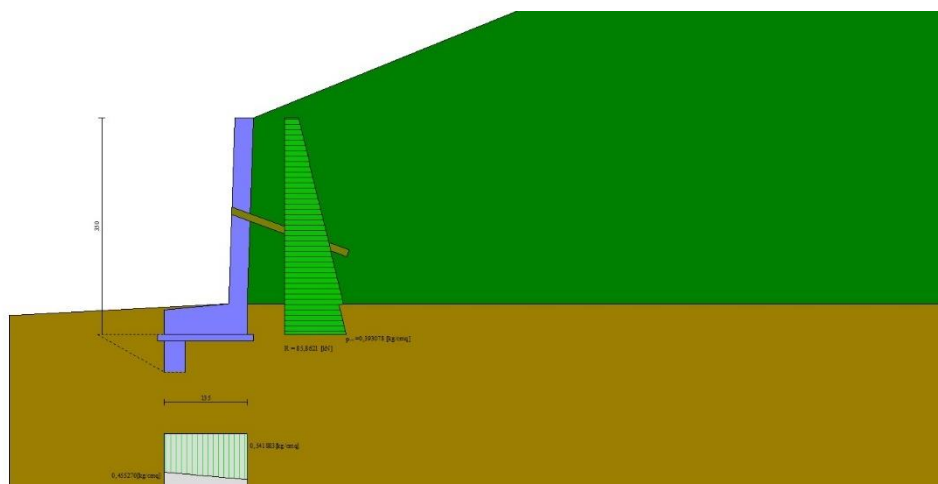


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

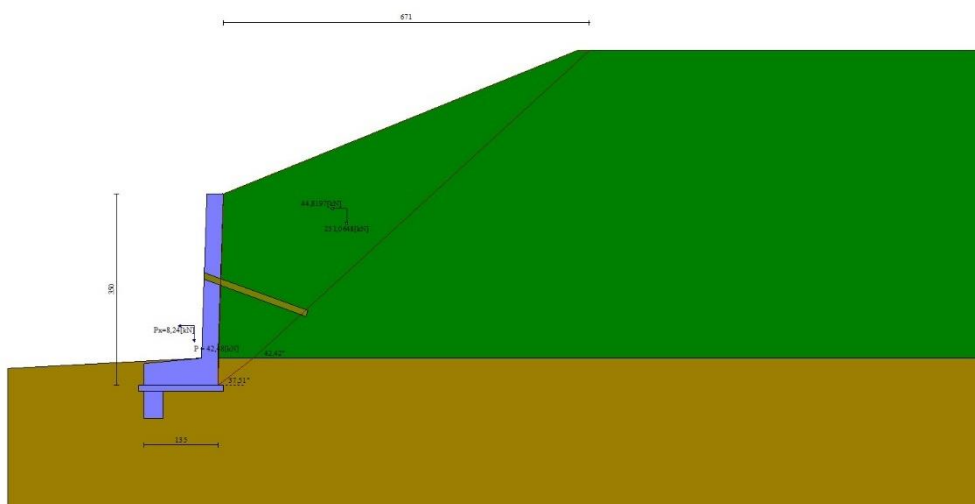


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 41 di 140

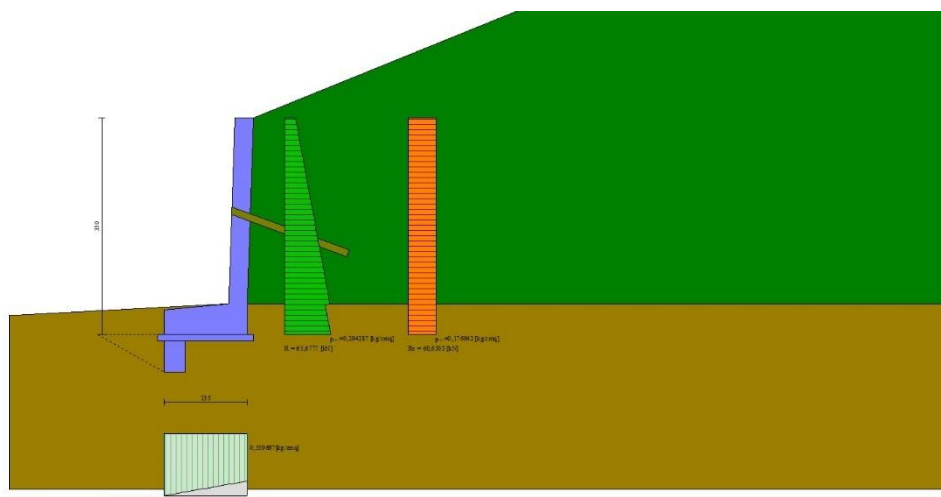


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>SUPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.537		2.064			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.040		1.763			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.087		1.841			
4 - STR (A1-M1-R3)		1.597		2.021			
5 - STR (A1-M1-R3)		1.537		2.064			
6 - STR (A1-M1-R3)		1.597		2.021			
7 - GEO (A2-M2-R2)					1.336		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.647		
9 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.654		
10 - EQU (A1-M1-R3)			1.444				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		1.304				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.288				

### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
R <sub>sa</sub>	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
R <sub>pt</sub>	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
R <sub>ps</sub>	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
R <sub>p</sub>	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
R <sub>t</sub>	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di R <sub>sa</sub> +R <sub>pt</sub> +R <sub>ps</sub> +R <sub>p</sub> ), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	R <sub>sa</sub> [kN]	R <sub>pt</sub> [kN]	R <sub>ps</sub> [kN]	R <sub>p</sub> [kN]	R <sub>t</sub> [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	26,67	0,00	4,61	--	100,51	131,80	85,76	1.537
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	34,64	0,00	4,61	--	100,51	139,77	134,40	1.040

### Dettagli verifica a scorrimento

#### Simbologia adottata

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 42 di 140

n° Indice combinazione  
Ncss Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kN]  
 $\phi_{Rp}$  Angolo di rottura passivo, espresso in [°]  
Nrpp Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kN]  
Lr Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss [kN]	$\phi_{Rp}$	Nrpp [kN]	Lr [m]
1	0,00	29.500	66,01	1,35
2	0,00	29.500	85,74	1,35

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]  
Qu carico limite del terreno, espresso in [kN]  
Qd Portanza di progetto, espresso in [kN]  
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
4 - STR (A1-M1-R3)	78,69	159,04	113,60	2.021
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	85,74	151,20	126,00	1.763

### Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
Nc, Nq, N<sub>γ</sub> Fattori di capacità portante  
ic, iq, i<sub>γ</sub> Fattori di inclinazione del carico  
dc, dq, d<sub>γ</sub> Fattori di profondità del piano di posa  
gc, gq, g<sub>γ</sub> Fattori di inclinazione del profilo topografico  
bc, bq, b<sub>γ</sub> Fattori di inclinazione del piano di posa  
sc, sq, s<sub>γ</sub> Fattori di forma della fondazione  
pc, pq, p<sub>γ</sub> Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic  
Re Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof  
Ir, Irc Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic  
r<sub>γ</sub> Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia  $0.5B\gamma N_\gamma$  viene moltiplicato per questo fattore  
D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]  
B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]  
H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]  
c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]  
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq N <sub>γ</sub>	ic iq i <sub>γ</sub>	dc dq d <sub>γ</sub>	gc gq g <sub>γ</sub>	bc bq b <sub>γ</sub>	sc sq s <sub>γ</sub>	pc pq p <sub>γ</sub>	Ir	Irc	Re	r <sub>γ</sub>
4	32.671 20.631 18.564	0.559 0.559 0.072	1.117 1.058 1.058	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.669	1.000
2	32.671 20.631 18.564	0.492 0.492 0.018	1.117 1.058 1.058	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.778	1.000

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	$\gamma$ [°]	$\phi$ [kN/mc]	c [kPa]
4	0,44	1,35	1,19	18,00	31,00	3
2	0,44	1,35	1,19	18,00	31,00	3

### Verifica a ribaltamento

#### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]  
Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]  
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)  
La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
10 - EQU (A1-M1-R3)	172,36	119,33	1.444
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	248,32	192,76	1.288

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine

Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 43 di 140

C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
R Raggio, espresso in [m]  
FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
7 - GEO (A2-M2-R2)	0,00; 4,50	8,73	1.336
8 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-0,50; 4,50	8,66	1.647

## Dettagli strisce verifiche stabilità

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

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

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

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	7,49	58,28	0,00	8,54 - 0,51	71.930	27.453	0	0,0	
2	19,83	58,28	0,00	0,51	63.213	27.453	0	0,0	
3	28,36	58,28	0,00	0,51	56.501	27.453	0	0,0	
4	35,06	58,28	0,00	0,51	50.847	27.453	0	0,0	
5	39,63	1,23	0,00	0,51	45.822	27.453	0	0,0	
6	42,31	0,00	0,00	0,51	41.220	27.453	0	0,0	
7	44,31	0,00	0,00	0,51	36.925	27.453	0	0,0	
8	45,75	0,00	0,00	0,51	32.861	27.453	0	0,0	
9	46,63	0,00	0,00	0,51	28.976	25.673	2	0,0	52,77; 60,65
10	47,03	0,00	0,00	0,51	25.233	25.673	2	0,0	
11	47,06	0,00	0,00	0,51	21.603	25.673	2	0,0	
12	46,75	0,00	0,00	0,51	18.062	25.673	2	0,0	
13	46,13	0,00	0,00	0,51	14.591	25.673	2	0,0	
14	45,22	0,00	0,00	0,51	11.175	25.673	2	0,0	
15	44,01	0,00	0,00	0,51	7.798	25.673	2	0,0	
16	42,53	0,00	0,00	0,51	4.448	25.673	2	0,0	
17	41,36	0,00	0,00	0,51	1.114	25.673	2	0,0	
18	32,43	0,00	0,00	0,51	-2.216	25.673	2	0,0	
19	12,15	0,00	0,00	0,51	-5.555	25.673	2	0,0	
20	12,14	0,00	0,00	0,51	-8.912	25.673	2	0,0	
21	8,69	0,00	0,00	0,51	-12.300	25.673	2	0,0	
22	7,29	0,00	0,00	0,51	-15.733	25.673	2	0,0	
23	5,59	0,00	0,00	0,51	-19.225	25.673	2	0,0	
24	3,56	0,00	0,00	0,51	-22.793	25.673	2	0,0	
25	1,19	0,00	0,00	-4,14 - 0,51	-25.669	25.673	2	0,0	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	7,19	0,00	0,00	7,97 - 0,50	71.896	33.000	0	0,0	
2	19,04	0,00	0,00	0,50	63.294	33.000	0	0,0	
3	27,28	0,00	0,00	0,50	56.641	33.000	0	0,0	
4	32,71	0,00	0,00	0,50	51.033	33.000	0	0,0	
5	36,15	0,00	0,00	0,50	46.047	33.000	0	0,0	
6	38,76	0,00	0,00	0,50	41.482	33.000	0	0,0	
7	40,72	0,00	0,00	0,50	37.220	33.000	0	0,0	
8	42,14	0,00	0,00	0,50	33.189	33.000	0	0,0	
9	43,07	0,00	0,00	0,50	29.337	31.000	3	0,0	55,90; 65,08
10	43,49	0,00	0,00	0,50	25.626	31.000	3	0,0	
11	43,56	0,00	0,00	0,50	22.028	31.000	3	0,0	
12	43,31	0,00	0,00	0,50	18.519	31.000	3	0,0	
13	42,75	0,00	0,00	0,50	15.081	31.000	3	0,0	
14	41,91	0,00	0,00	0,50	11.698	31.000	3	0,0	
15	40,80	0,00	0,00	0,50	8.357	31.000	3	0,0	
16	39,42	0,00	0,00	0,50	5.043	31.000	3	0,0	
17	40,92	0,00	0,00	0,50	1.747	31.000	3	0,0	
18	11,71	0,00	0,00	0,50	-1.544	31.000	3	0,0	
19	13,23	0,00	0,00	0,50	-4.840	31.000	3	0,0	
20	8,97	0,00	0,00	0,50	-8.152	31.000	3	0,0	
21	7,97	0,00	0,00	0,50	-11.492	31.000	3	0,0	
22	6,69	0,00	0,00	0,50	-14.872	31.000	3	0,0	
23	5,13	0,00	0,00	0,50	-18.306	31.000	3	0,0	
24	3,27	0,00	0,00	0,50	-21.810	31.000	3	0,0	
25	1,09	0,00	0,00	-4,46 - 0,50	-24.513	31.000	3	0,0	



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 44 di 140

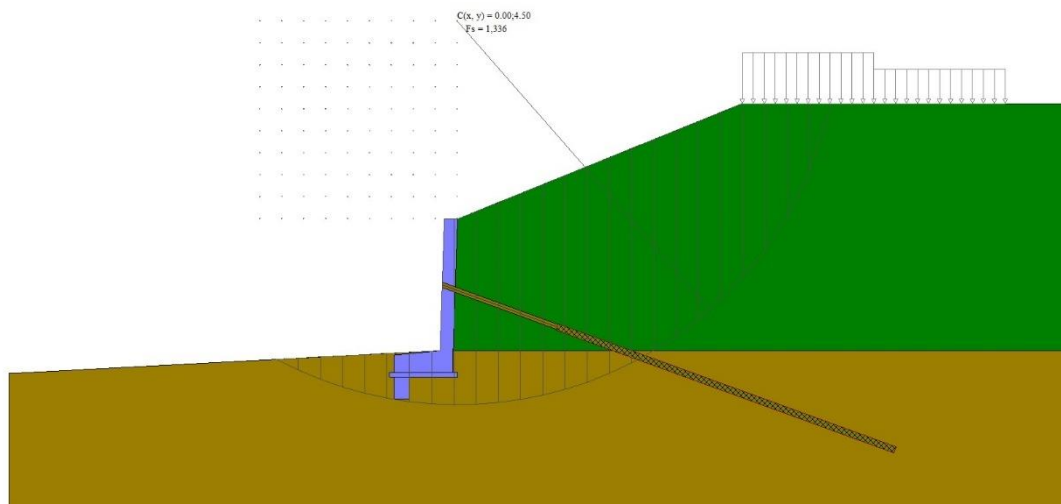


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 7)

## Tiranti

### Simbologia adottata

It Indice tirante (tra parentesi viene indicata la posizione P: paramento, F: fondazione)  
S Ordinata sul paramento o ascissa sulla fondazione, espressa in [m]  
Ic Indice combinazione

## Dettagli di calcolo

### Simbologia adottata

Lf Lunghezza bulbo fondazione necessaria ad assorbire il tiro in esercizio, espressa in [m]. In grassetto la lunghezza usata nel calcolo della resistenza  
Lt Lunghezza totale (lunghezza del bulbo di fondazione + tratto inefficace), espressa in [m]. In grassetto la lunghezza massima  
N Tiro in esercizio sul tirante, espresso in [kN]. In grassetto il tiro massimo in esercizio  
Nx/ml, Ny/ml Componente in direzione X ed Y del tiro a metro lineare, espresso in [kN]  
R Resistenza di progetto, espresso in [kN]  
Rx/ml, Ry/ml Resistenza in direzione X ed Y a metro lineare, espressa in [kN]

It	S [m]	Ic	Lf [m]	Lt [m]	N [kN]	Nx/ml [kN]	Ny/ml [kN]	R [kN]	Rx/ml [kN]	Ry/ml [kN]
1 [P]	1,50	1	4,30	7,10	91,17	53,04	19,30	170,78	53,04	19,30
		2	7,50	10,30	156,30	90,92	33,09	170,78	90,92	33,09
		3	7,00	9,80	144,79	84,22	30,66	170,78	84,22	30,66
		4	4,30	7,10	90,84	52,84	19,23	170,78	52,84	19,23
		5	4,30	7,10	91,17	53,04	19,30	170,78	53,04	19,30
		6	4,30	7,10	90,84	52,84	19,23	170,78	52,84	19,23
		10	4,30	7,10	90,88	52,87	19,24	170,78	52,87	19,24
		11	7,50	10,30	155,71	90,58	32,97	170,78	90,58	32,97
		12	6,90	9,70	144,14	83,85	30,52	170,78	83,85	30,52
		13	2,60	5,40	69,87	40,64	14,79	204,94	40,64	14,79
		14	2,60	5,40	69,87	40,64	14,79	204,94	40,64	14,79
		15	2,60	5,40	69,87	40,64	14,79	204,94	40,64	14,79
		16	3,90	6,70	99,36	57,80	21,04	204,94	57,80	21,04
		17	3,60	6,40	93,32	54,28	19,76	204,94	54,28	19,76
			<b>8,20</b>	<b>11,00</b>	<b>156,30</b>					

## Verifica di resistenza allo sfilamento

### Simbologia adottata

R1 Resistenza allo sfilamento del tirante dal terreno, espressa in [kN]  
R2 Resistenza di aderenza malta-armatura, espressa in [kN]  
R3 Resistenza malta, espressa in [kN]  
R Resistenza (minimo tra R1, R2 e R3), espressa in [kN]  
N Tiro in esercizio sul tirante, espresso in [kN]  
FS Fattore di sicurezza (rapporto R/N)

It	S [m]	Ic	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]	R [kN]	N [kN]	FS
1 [P]	1,50	1	170,78	1121,96	5588,63	170,78	91,17	1.873
		2	170,78	1121,96	5588,63	170,78	156,30	1.093
		3	170,78	1121,96	5588,63	170,78	144,79	1.180
		4	170,78	1121,96	5588,63	170,78	90,84	1.880

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVOdoc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 45 di 140

It	S [m]	Ic	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]	R [kN]	N [kN]	FS
		5	170,78	1121,96	5588,63	170,78	91,17	1.873
		6	170,78	1121,96	5588,63	170,78	90,84	1.880
		10	170,78	1121,96	5588,63	170,78	90,88	1.879
		11	170,78	1121,96	5588,63	170,78	155,71	1.097
		12	170,78	1121,96	5588,63	170,78	144,14	1.185
		13	204,94	1121,96	5588,63	204,94	69,87	2.933
		14	204,94	1121,96	5588,63	204,94	69,87	2.933
		15	204,94	1121,96	5588,63	204,94	69,87	2.933
		16	204,94	1121,96	5588,63	204,94	99,36	2.063
		17	204,94	1121,96	5588,63	204,94	93,32	2.196

**Verifica delle tensioni massime nell'armatura del tirante**

## Simbologia adottata

$N_{MAX}$  Tiro massimo in esercizio sul tirante, espresso in [kN]  
 $A$  Area del tirante, espresso in [cmq]  
 $\sigma_f$  Tensione nel tirante ( $N_{MAX}/A$ ), espresso in [kPa]  
 $\sigma_{lim}$  Tensione limite dell'acciaio del tirante, espresso in [kPa]

It	S [m]	$N_{MAX}$ [kN]	A [cmq]	$\sigma_f$ [kPa]	$\sigma_{lim}$ [kPa]
1 [P]	1,50	156,30	5,52	283379	826087

**Sollecitazioni****Elementi calcolati a trave**

## Simbologia adottata

$n^\circ$  Indice della sezione  
 $X$  Posizione della sezione, espresso in [m]  
 $N$  Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
 $T$  Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 $M$  Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
 La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

**Elementi calcolati a piastra**

## Simbologia adottata

$M_x, M_y$  Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
 $M_{xy}$  Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 $T_x, T_y$  Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
 I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

**Piastra paramento**

In	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_{xy}$ [kNm]	$T_x$ [kN]	$T_y$ [kN]	
137	<b>5,77</b> (2)	-18,75 (2)	0,00 (2)	38,03 (2)	3,32 (2)	MAX
15	<b>-41,51</b> (2)	-52,85 (2)	-1,21 (2)	5,46 (2)	1,21 (2)	MIN
184	1,40 (1)	<b>5,40</b> (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	4,18 (1)	MAX
15	-41,51 (2)	<b>-52,85</b> (2)	-1,21 (2)	5,46 (2)	1,21 (2)	MIN
276	-5,29 (2)	-12,94 (2)	<b>3,92</b> (2)	-7,70 (2)	19,34 (2)	MAX
7	-5,29 (2)	-12,94 (2)	<b>-3,92</b> (2)	7,70 (2)	19,34 (2)	MIN
13	0,56 (2)	-20,58 (2)	-1,15 (2)	<b>48,69</b> (2)	1,89 (2)	MAX
277	0,56 (2)	-20,58 (2)	1,15 (2)	<b>-48,69</b> (2)	1,89 (2)	MIN
206	-5,48 (2)	-4,71 (2)	0,04 (2)	0,06 (2)	<b>55,07</b> (2)	MAX
23	-7,72 (2)	-7,13 (2)	-0,56 (2)	-0,78 (2)	<b>-51,46</b> (2)	MIN



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 46 di 140

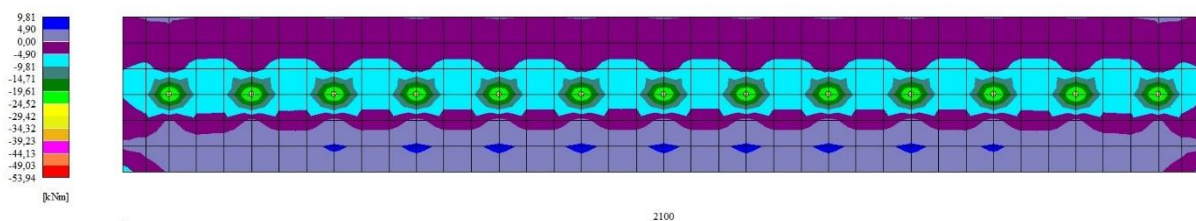


Fig. 9 - Piastra paramento - Momento  $M_{y_{MAX}}$  (Combinazione n° 1)

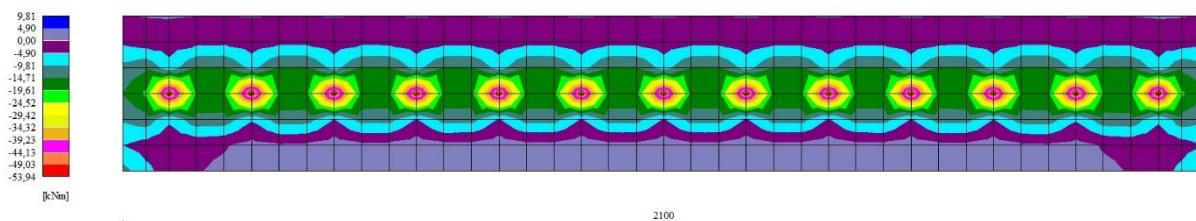


Fig. 10 - Piastra paramento - Momento  $M_{y_{MIN}}$  (Combinazione n° 2)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 47 di 140

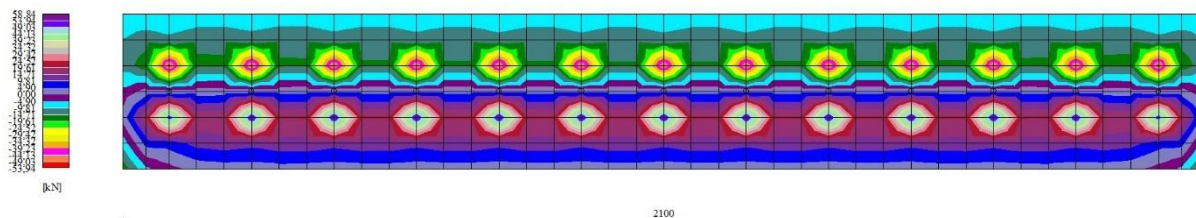


Fig. 11 - Piastra paramento - Taglio Ty (Combinazione n° 2)

### Fondazione

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	-1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1,36	0,00	0,00	1,20	4,48	0,06	0,21
3	-1,26	0,00	0,00	2,48	8,82	0,23	0,85
4	-1,17	0,00	0,00	3,86	13,02	0,53	1,89
5	-1,07	0,00	0,00	5,79	17,55	0,98	3,34
6	-0,98	0,00	0,00	8,75	22,88	1,67	5,27
7	-0,88	0,00	0,00	11,79	28,07	2,65	7,70
8	-0,79	0,00	0,00	14,92	33,12	3,92	10,62
9	-0,69	0,00	0,00	18,14	38,04	5,50	14,02
10	-0,60	0,00	0,00	21,45	42,82	7,39	17,88
11	-0,50	0,00	0,00	24,85	47,46	9,60	22,19
12	-0,40	0,00	0,00	28,34	51,97	12,14	26,94



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 48 di 140

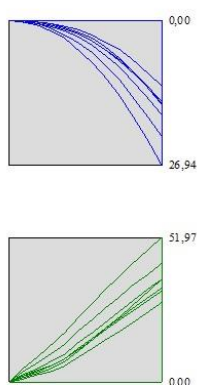
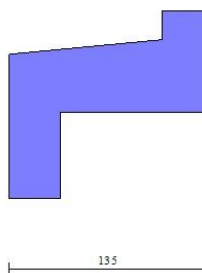


Fig. 12 - Fondazione

## Verifiche strutturali

### Verifiche a flessione

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

n°	indice sezione
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]
Mrd	momento resistente espresso in [kNm]
Nrd	sforzo normale resistente espresso in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi, Afs	area ferri inferiori e superiori, espresso in [cmq]
Mp, Mn	momento positivo e negativo agente espressa in [kNm]
Mrd	momento resistente espresso in [kNm]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

## Paramento

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	Mrd [kNm]	FS
1-11-P	4,52	4,52	0,24	-1,28	-46,01	14.336 (3)
2-11-P	5,65	5,65	0,00	-23,02	-56,83	2.469 (2)
3-11-P	4,52	4,52	0,00	-3,09	-46,01	14.867 (2)
4-7-S	6,16	6,16	0,00	-29,46	-61,59	2.091 (2)

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 49 di 140

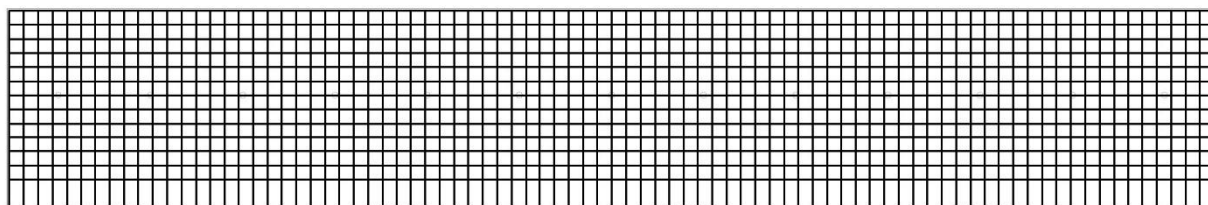
Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	Mrd [kNm]	FS
5-7-S	6,16	6,16	0,00	-25,37	-61,59	2.428 (2)
6-7-S	6,16	6,16	0,00	-37,09	-61,59	1.660 (2)
7-7-S	6,16	6,16	0,00	-25,06	-61,59	2.458 (2)
8-7-S	6,16	6,16	0,00	-30,86	-61,59	1.996 (2)
9-7-S	6,16	6,16	0,00	-34,89	-61,59	1.765 (2)
10-7-S	6,16	6,16	0,00	-22,20	-61,59	2.775 (2)
11-7-S	6,16	6,16	0,00	-34,79	-61,59	1.770 (2)
12-7-S	6,16	6,16	0,00	-30,62	-61,59	2.011 (2)
13-7-S	6,16	6,16	0,00	-24,62	-61,59	2.501 (2)
14-7-S	7,70	7,70	0,00	-36,43	-76,00	2.086 (2)
15-7-S	6,16	6,16	0,00	-24,62	-61,59	2.501 (2)
16-7-S	6,16	6,16	0,00	-30,62	-61,59	2.011 (2)
17-7-S	6,16	6,16	0,00	-34,79	-61,59	1.770 (2)
18-7-S	6,16	6,16	0,00	-22,20	-61,59	2.775 (2)
19-7-S	6,16	6,16	0,00	-34,89	-61,59	1.765 (2)
20-7-S	6,16	6,16	0,00	-30,86	-61,59	1.996 (2)
21-7-S	6,16	6,16	0,00	-25,06	-61,59	2.458 (2)
22-7-S	6,16	6,16	0,00	-37,09	-61,59	1.660 (2)
23-7-S	6,16	6,16	0,00	-25,37	-61,59	2.428 (2)
24-7-S	6,16	6,16	0,00	-29,46	-61,59	2.091 (2)

## Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	41	10,05	10,05	0,21	0,00	137,02	0,00	638.076
3	100	42	10,05	10,05	0,85	0,00	140,47	0,00	165.216
4	100	43	10,05	10,05	1,89	0,00	143,92	0,00	76.016
5	100	44	10,05	10,05	3,34	0,00	147,37	0,00	44.148
6	100	45	10,05	10,05	5,27	0,00	150,83	0,00	28.628
7	100	45	10,05	10,05	7,70	0,00	154,30	0,00	20.035
8	100	46	10,05	10,05	10,62	0,00	157,76	0,00	14.851
9	100	47	10,05	10,05	14,02	0,00	161,23	0,00	11.500
10	100	48	10,05	10,05	17,88	0,00	164,71	0,00	9.211
11	100	49	10,05	10,05	22,19	0,00	168,18	0,00	7.579
12	100	50	10,05	10,05	26,94	0,00	171,66	0,00	6.373

## Sperone

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	100	35	5,65	5,65	13,56	0,00	66,89	0,00	4.932



2100

Fig. 13 - Piastra paramento dir. X (Inviluppo)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 50 di 140

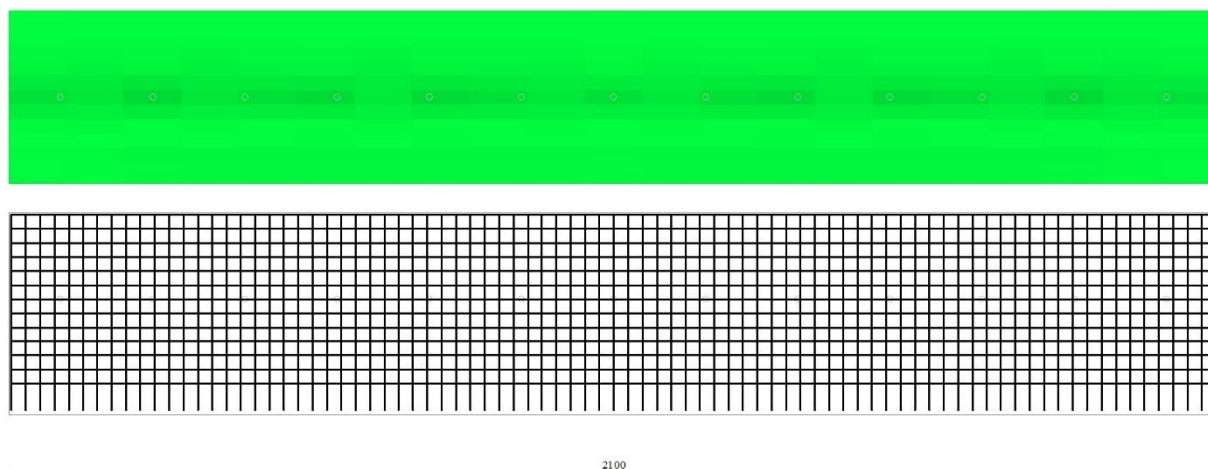


Fig. 14 - Piastra paramento dir. Y (Inviluppo)

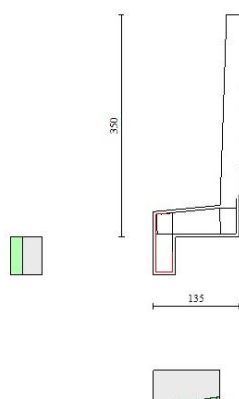


Fig. 15 - Fondazione (Inviluppo)

### Verifiche a taglio

#### Simbologia adottata

n° (o Is)	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A <sub>sw</sub>	area ferri a taglio espressa in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V <sub>Rcd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V <sub>Rd</sub>	resistenza di progetto a taglio espressa in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A <sub>sw</sub> >0.0) V <sub>Rd</sub> =min(V <sub>Rcd</sub> , V <sub>Rsd</sub> ).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

#### Paramento

Is	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotg (θ)	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1-1-P	100	30	0,00	0.000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
2-1-P	100	30	0,00	0.000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 51 di 140

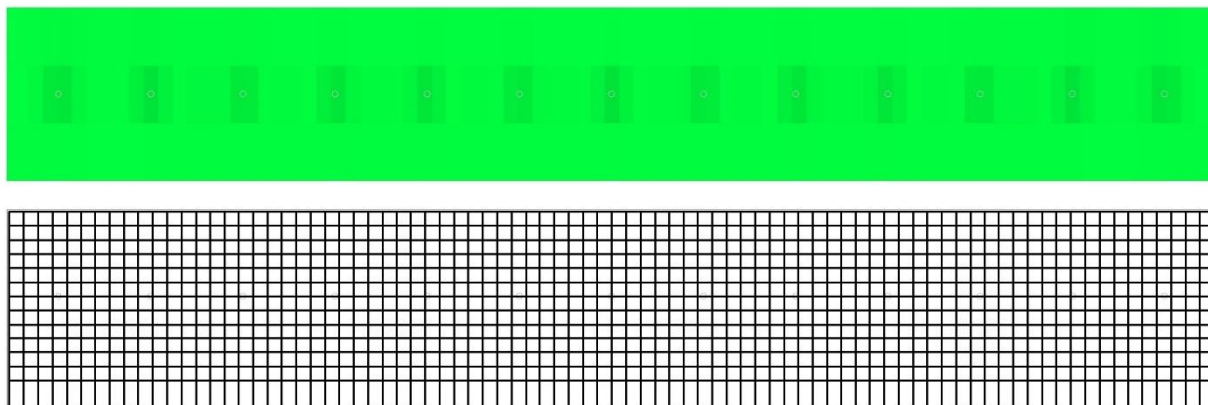
Is	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotg (θ)	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
3-1-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
4-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
7-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
8-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
9-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
10-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
11-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
12-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
13-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
14-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
15-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
16-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
17-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
18-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
19-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
20-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
21-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
22-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
23-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
24-1-S	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)

## Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	201,01	0,00	100.000
2	100	41	0,00	--	0,00	0,00	203,30	-4,48	45.415
3	100	42	0,00	--	0,00	0,00	205,56	-8,82	23.319
4	100	43	0,00	--	0,00	0,00	207,81	-13,02	15.965
5	100	44	0,00	--	0,00	0,00	210,03	-17,55	11.969
6	100	45	0,00	--	0,00	0,00	212,23	-22,88	9.277
7	100	45	0,00	--	0,00	0,00	214,41	-28,07	7.638
8	100	46	0,00	--	0,00	0,00	216,57	-33,12	6.538
9	100	47	0,00	--	0,00	0,00	218,71	-38,04	5.749
10	100	48	0,00	--	0,00	0,00	220,84	-42,82	5.157
11	100	49	0,00	--	0,00	0,00	222,94	-47,46	4.697
12	100	50	0,00	--	0,00	0,00	225,03	-51,97	4.330

## Sperone

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	35	0,00	--	0,00	0,00	155,16	33,89	4.579



2100

Fig. 16 - Piastra paramento dir. X (Inviluppo)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 52 di 140

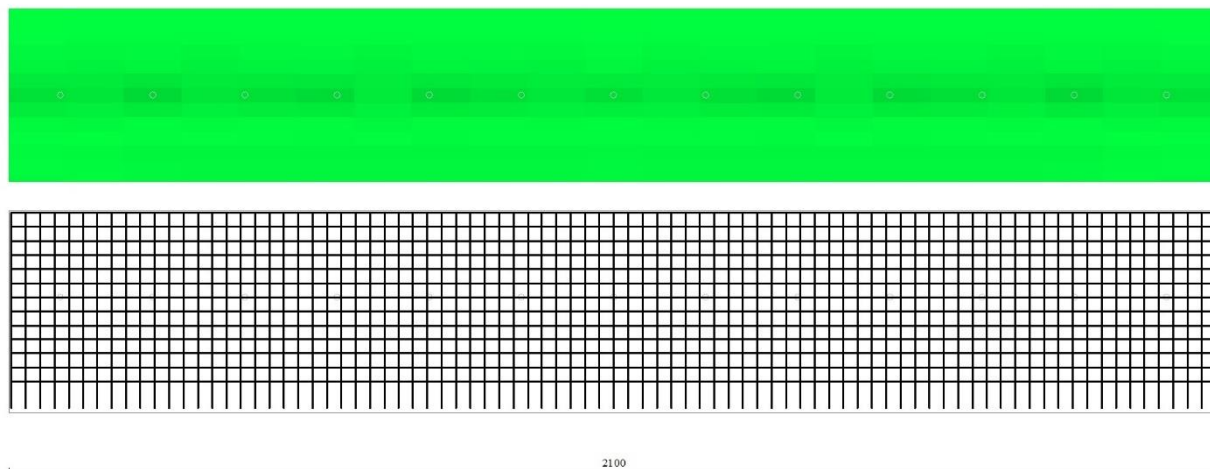


Fig. 17 - Piastra paramento dir. Y (Inviluppo)

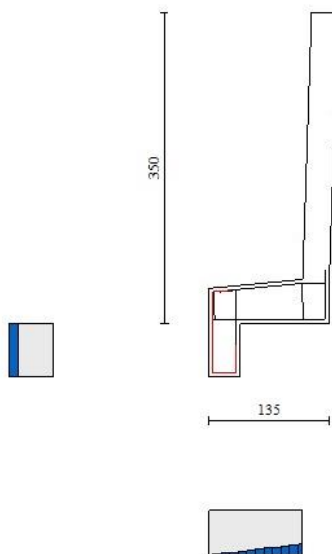


Fig. 18 - Fondazione (Inviluppo)

### Verifica a punzonamento

#### Simbologia adottata

OP	Oggetto che viene punzonato
P	Oggetto che punzona
c <sub>1</sub> , c <sub>2</sub>	Dimensioni pilastro nelle due direzioni, espressa in [mm]
d	Altezza utile della fondazione, espressa in [mm]
u <sub>0</sub>	Lunghezza perimetro di verifica a faccia pilastro, espresso in [mm]
u <sub>1</sub>	Lunghezza perimetro di verifica per effetto della diffusione, espresso in [mm]
ρ <sub>y</sub> , ρ <sub>z</sub>	Percentuali di armatura piastra in zona tesa
dpc, duc	distanza della prima e dell'ultima cucitura dalla faccia del pilastro
V <sub>Ed,i</sub>	Tensione di taglio sul perimetro del pilastro, espressa in [kPa]
V <sub>Rd,max</sub>	Valore di progetto del massimo taglio-punzonamento resistente, espressa in [kPa]
V <sub>Ed,f</sub>	Tensione di taglio sul perimetro di verifica u <sub>1</sub> , espresso in [kPa]
V <sub>Rd,cf</sub>	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente senza armature sul perimetro di verifica u <sub>1</sub> , espresso in [kPa]
V <sub>Rd,cs</sub>	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente con armature, espresso in [kPa]
nsc	Numero di serie di cuciture

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine

Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
 PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 53 di 140

nc  
FS
 Numero di cuciture  
 Fattore di sicurezza (minore tra i rapporti  $V_{Rd,max}/V_{Ed,i}$ ,  $V_{Rd,c}/V_{Ed,f}$  e  $V_{Rd,cs}/V_{Ed,f}$ )
**Punzonamento tiranti**

OP	P	c <sub>1</sub> [mm]	c <sub>2</sub> [mm]	d [mm]	u <sub>0</sub> [mm]	u <sub>1</sub> [mm]	p <sub>y</sub> [%]	p <sub>z</sub> [%]	dpc [mm]	duc [mm]	nsc	nc
n° 1	Tirante n° 1	199	199	247	627	3741	0.33251	0.44654	0	0	0	0

*Verifica delle tensioni*

## Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σc	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σfi	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σfs	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

**Combinazioni SLER**Piastra paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19920	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1-51-P	100	30	4,52	4,52	0,81	-0,05	153 (17)	9249 (17)	2441 (17)
2-39-P	100	30	5,65	5,65	1,88	-0,05	317 (16)	17203 (16)	1382 (16)
3-5-P	100	30	4,52	4,52	0,00	-2,00	286 (16)	969 (16)	17308 (16)
4-7-S	100	30	6,16	6,16	0,00	-16,90	2027 (16)	9520 (16)	105383 (16)
5-3-S	100	30	6,16	6,16	2,39	0,00	313 (17)	16263 (17)	1469 (17)
6-3-S	100	30	6,16	6,16	3,58	0,00	468 (17)	24336 (17)	2199 (17)
7-1-S	100	30	6,16	6,16	3,65	0,00	478 (17)	24844 (17)	2244 (17)
8-3-S	100	30	6,16	6,16	3,97	0,00	520 (17)	27020 (17)	2441 (17)
9-3-S	100	30	6,16	6,16	4,15	0,00	543 (17)	28201 (17)	2548 (17)
10-3-S	100	30	6,16	6,16	3,83	0,00	501 (17)	26022 (17)	2351 (17)
11-3-S	100	30	6,16	6,16	4,18	0,00	547 (17)	28419 (17)	2567 (17)
12-3-S	100	30	6,16	6,16	4,07	0,00	533 (17)	27696 (17)	2502 (17)
13-3-S	100	30	6,16	6,16	3,90	0,00	510 (17)	26522 (17)	2396 (17)
14-3-S	100	30	7,70	7,70	4,22	0,00	497 (17)	23176 (17)	2743 (17)
15-3-S	100	30	6,16	6,16	3,90	0,00	510 (17)	26522 (17)	2396 (17)
16-3-S	100	30	6,16	6,16	4,07	0,00	533 (17)	27696 (17)	2502 (17)
17-3-S	100	30	6,16	6,16	4,18	0,00	547 (17)	28419 (17)	2567 (17)
18-3-S	100	30	6,16	6,16	3,83	0,00	501 (17)	26022 (17)	2351 (17)
19-3-S	100	30	6,16	6,16	4,15	0,00	543 (17)	28201 (17)	2548 (17)
20-3-S	100	30	6,16	6,16	3,97	0,00	520 (17)	27020 (17)	2441 (17)
21-1-S	100	30	6,16	6,16	3,65	0,00	478 (17)	24844 (17)	2244 (17)
22-3-S	100	30	6,16	6,16	3,58	0,00	468 (17)	24336 (17)	2199 (17)
23-3-S	100	30	6,16	6,16	2,39	0,00	313 (17)	16263 (17)	1469 (17)
24-7-S	100	30	6,16	6,16	0,00	-16,90	2027 (16)	9520 (16)	105383 (16)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19920	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	41	10,05	10,05	0,11	0,00	7 (16)	343 (16)	46 (16)
3	100	42	10,05	10,05	0,46	0,00	27 (16)	1337 (16)	179 (16)
4	100	43	10,05	10,05	1,03	0,00	58 (16)	2935 (16)	395 (16)
5	100	44	10,05	10,05	1,83	0,00	101 (16)	5116 (16)	690 (16)
6	100	45	10,05	10,05	2,97	0,00	157 (16)	8103 (16)	1095 (16)
7	100	45	10,05	10,05	4,48	0,00	228 (16)	11921 (16)	1614 (16)
8	100	46	10,05	10,05	6,35	0,00	312 (16)	16515 (16)	2238 (16)
9	100	47	10,05	10,05	8,59	0,00	408 (16)	21835 (16)	2961 (16)
10	100	48	10,05	10,05	11,20	0,00	514 (16)	27833 (16)	3777 (16)
11	100	49	10,05	10,05	14,17	0,00	629 (16)	34469 (16)	4679 (16)
12	100	50	10,05	10,05	17,51	0,00	753 (16)	41704 (16)	5662 (16)

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
 SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)

STUDIO TECNICO **CAPRONI**Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 54 di 140

Sperone

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	35	5,65	5,65	-22,02	0,00	2358 (15)	9100 (13)	138213 (13)

**Combinazioni SLEF**Piastra paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1-51-P	100	30	4,52	4,52	0,81	-0,05	153 (17)	9249 (17)	2441 (17)
2-39-P	100	30	5,65	5,65	1,88	-0,05	317 (16)	17203 (16)	1382 (16)
3-5-P	100	30	4,52	4,52	0,00	-2,00	286 (16)	969 (16)	17308 (16)
4-7-S	100	30	6,16	6,16	0,00	-16,90	2027 (16)	9520 (16)	105383 (16)
5-3-S	100	30	6,16	6,16	2,39	0,00	313 (17)	16263 (17)	1469 (17)
6-3-S	100	30	6,16	6,16	3,58	0,00	468 (17)	24336 (17)	2199 (17)
7-1-S	100	30	6,16	6,16	3,65	0,00	478 (17)	24844 (17)	2244 (17)
8-3-S	100	30	6,16	6,16	3,97	0,00	520 (17)	27020 (17)	2441 (17)
9-3-S	100	30	6,16	6,16	4,15	0,00	543 (17)	28201 (17)	2548 (17)
10-3-S	100	30	6,16	6,16	3,83	0,00	501 (17)	26022 (17)	2351 (17)
11-3-S	100	30	6,16	6,16	4,18	0,00	547 (17)	28419 (17)	2567 (17)
12-3-S	100	30	6,16	6,16	4,07	0,00	533 (17)	27696 (17)	2502 (17)
13-3-S	100	30	6,16	6,16	3,90	0,00	510 (17)	26522 (17)	2396 (17)
14-3-S	100	30	7,70	7,70	4,22	0,00	497 (17)	23176 (17)	2743 (17)
15-3-S	100	30	6,16	6,16	3,90	0,00	510 (17)	26522 (17)	2396 (17)
16-3-S	100	30	6,16	6,16	4,07	0,00	533 (17)	27696 (17)	2502 (17)
17-3-S	100	30	6,16	6,16	4,18	0,00	547 (17)	28419 (17)	2567 (17)
18-3-S	100	30	6,16	6,16	3,83	0,00	501 (17)	26022 (17)	2351 (17)
19-3-S	100	30	6,16	6,16	4,15	0,00	543 (17)	28201 (17)	2548 (17)
20-3-S	100	30	6,16	6,16	3,97	0,00	520 (17)	27020 (17)	2441 (17)
21-1-S	100	30	6,16	6,16	3,65	0,00	478 (17)	24844 (17)	2244 (17)
22-3-S	100	30	6,16	6,16	3,58	0,00	468 (17)	24336 (17)	2199 (17)
23-3-S	100	30	6,16	6,16	2,39	0,00	313 (17)	16263 (17)	1469 (17)
24-7-S	100	30	6,16	6,16	0,00	-16,90	2027 (16)	9520 (16)	105383 (16)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	41	10,05	10,05	0,11	0,00	7 (16)	343 (16)	46 (16)
3	100	42	10,05	10,05	0,46	0,00	27 (16)	1337 (16)	179 (16)
4	100	43	10,05	10,05	1,03	0,00	58 (16)	2935 (16)	395 (16)
5	100	44	10,05	10,05	1,83	0,00	101 (16)	5116 (16)	690 (16)
6	100	45	10,05	10,05	2,97	0,00	157 (16)	8103 (16)	1095 (16)
7	100	45	10,05	10,05	4,48	0,00	228 (16)	11921 (16)	1614 (16)
8	100	46	10,05	10,05	6,35	0,00	312 (16)	16515 (16)	2238 (16)
9	100	47	10,05	10,05	8,59	0,00	408 (16)	21835 (16)	2961 (16)
10	100	48	10,05	10,05	11,20	0,00	514 (16)	27833 (16)	3777 (16)
11	100	49	10,05	10,05	14,17	0,00	629 (16)	34469 (16)	4679 (16)
12	100	50	10,05	10,05	17,51	0,00	753 (16)	41704 (16)	5662 (16)

Sperone

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	35	5,65	5,65	-22,02	0,00	2358 (15)	9100 (13)	138213 (13)

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
 SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 55 di 140

## Combinazioni SLEQ

### Piastra paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1-51-P	100	30	4,52	4,52	0,81	-0,05	153 (17)	9249 (17)	2441 (17)
2-39-P	100	30	5,65	5,65	1,88	-0,05	317 (16)	17203 (16)	1382 (16)
3-5-P	100	30	4,52	4,52	0,00	-2,00	286 (16)	969 (16)	17308 (16)
4-7-S	100	30	6,16	6,16	0,00	-16,90	2027 (16)	9520 (16)	105383 (16)
5-3-S	100	30	6,16	6,16	2,39	0,00	313 (17)	16263 (17)	1469 (17)
6-3-S	100	30	6,16	6,16	3,58	0,00	468 (17)	24336 (17)	2199 (17)
7-1-S	100	30	6,16	6,16	3,65	0,00	478 (17)	24844 (17)	2244 (17)
8-3-S	100	30	6,16	6,16	3,97	0,00	520 (17)	27020 (17)	2441 (17)
9-3-S	100	30	6,16	6,16	4,15	0,00	543 (17)	28201 (17)	2548 (17)
10-3-S	100	30	6,16	6,16	3,83	0,00	501 (17)	26022 (17)	2351 (17)
11-3-S	100	30	6,16	6,16	4,18	0,00	547 (17)	28419 (17)	2567 (17)
12-3-S	100	30	6,16	6,16	4,07	0,00	533 (17)	27696 (17)	2502 (17)
13-3-S	100	30	6,16	6,16	3,90	0,00	510 (17)	26522 (17)	2396 (17)
14-3-S	100	30	7,70	7,70	4,22	0,00	497 (17)	23176 (17)	2743 (17)
15-3-S	100	30	6,16	6,16	3,90	0,00	510 (17)	26522 (17)	2396 (17)
16-3-S	100	30	6,16	6,16	4,07	0,00	533 (17)	27696 (17)	2502 (17)
17-3-S	100	30	6,16	6,16	4,18	0,00	547 (17)	28419 (17)	2567 (17)
18-3-S	100	30	6,16	6,16	3,83	0,00	501 (17)	26022 (17)	2351 (17)
19-3-S	100	30	6,16	6,16	4,15	0,00	543 (17)	28201 (17)	2548 (17)
20-3-S	100	30	6,16	6,16	3,97	0,00	520 (17)	27020 (17)	2441 (17)
21-1-S	100	30	6,16	6,16	3,65	0,00	478 (17)	24844 (17)	2244 (17)
22-3-S	100	30	6,16	6,16	3,58	0,00	468 (17)	24336 (17)	2199 (17)
23-3-S	100	30	6,16	6,16	2,39	0,00	313 (17)	16263 (17)	1469 (17)
24-7-S	100	30	6,16	6,16	0,00	-16,90	2027 (16)	9520 (16)	105383 (16)

### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	41	10,05	10,05	0,11	0,00	7 (16)	343 (16)	46 (16)
3	100	42	10,05	10,05	0,46	0,00	27 (16)	1337 (16)	179 (16)
4	100	43	10,05	10,05	1,03	0,00	58 (16)	2935 (16)	395 (16)
5	100	44	10,05	10,05	1,83	0,00	101 (16)	5116 (16)	690 (16)
6	100	45	10,05	10,05	2,97	0,00	157 (16)	8103 (16)	1095 (16)
7	100	45	10,05	10,05	4,48	0,00	228 (16)	11921 (16)	1614 (16)
8	100	46	10,05	10,05	6,35	0,00	312 (16)	16515 (16)	2238 (16)
9	100	47	10,05	10,05	8,59	0,00	408 (16)	21835 (16)	2961 (16)
10	100	48	10,05	10,05	11,20	0,00	514 (16)	27833 (16)	3777 (16)
11	100	49	10,05	10,05	14,17	0,00	629 (16)	34469 (16)	4679 (16)
12	100	50	10,05	10,05	17,51	0,00	753 (16)	41704 (16)	5662 (16)

### Sperone

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	35	5,65	5,65	-22,02	0,00	2358 (15)	9100 (13)	138213 (13)

### Verifica a fessurazione

#### Simbologia adottata

n° indice sezione  
Y ordinata sezione espressa in [m]  
B larghezza sezione espressa in [cm]  
H altezza sezione espressa in [cm]  
Af area ferri zona tesa espressa in [cmq]  
Aeff area efficace espressa in [cmq]  
M momento agente espressa in [kNm]  
Mpf momento di formazione/apertura fessure espressa in [kNm]

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 56 di 140

$\varepsilon$  deformazione espresso in %  
 $S_m$  spaziatura tra le fessure espressa in [mm]  
 $w$  apertura delle fessure espressa in [mm]

## Combinazioni SLEF

### Piastra paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	$\varepsilon$ [%]	$S_m$ [mm]	w [mm]
1-1-P	100	30	4,52	827,79	-0,82	-59,42	0,000000	0,00	0,000
2-1-P	100	30	5,65	812,12	0,65	-60,33	0,000000	0,00	0,000
3-1-P	100	30	4,52	827,79	-0,15	-59,42	0,000000	0,00	0,000
4-1-S	100	30	6,16	805,91	-2,18	-60,64	0,000000	0,00	0,000
5-1-S	100	30	6,16	805,91	1,07	60,64	0,000000	0,00	0,000
6-1-S	100	30	6,16	805,91	2,01	60,64	0,000000	0,00	0,000
7-1-S	100	30	6,16	805,91	2,22	60,64	0,000000	0,00	0,000
8-1-S	100	30	6,16	805,91	2,33	60,64	0,000000	0,00	0,000
9-1-S	100	30	6,16	805,91	2,37	60,64	0,000000	0,00	0,000
10-1-S	100	30	6,16	805,91	2,31	60,64	0,000000	0,00	0,000
11-1-S	100	30	6,16	805,91	2,37	60,64	0,000000	0,00	0,000
12-1-S	100	30	6,16	805,91	2,34	60,64	0,000000	0,00	0,000
13-1-S	100	30	6,16	805,91	2,31	60,64	0,000000	0,00	0,000
14-1-S	100	30	7,70	789,06	2,36	61,85	0,000000	0,00	0,000
15-1-S	100	30	6,16	805,91	2,31	60,64	0,000000	0,00	0,000
16-1-S	100	30	6,16	805,91	2,34	60,64	0,000000	0,00	0,000
17-1-S	100	30	6,16	805,91	2,37	60,64	0,000000	0,00	0,000
18-1-S	100	30	6,16	805,91	2,31	60,64	0,000000	0,00	0,000
19-1-S	100	30	6,16	805,91	2,37	60,64	0,000000	0,00	0,000
20-1-S	100	30	6,16	805,91	2,33	60,64	0,000000	0,00	0,000
21-1-S	100	30	6,16	805,91	2,22	60,64	0,000000	0,00	0,000
22-1-S	100	30	6,16	805,91	2,01	60,64	0,000000	0,00	0,000
23-1-S	100	30	6,16	805,91	1,07	60,64	0,000000	0,00	0,000
24-1-S	100	30	6,16	805,91	-2,18	-60,64	0,000000	0,00	0,000

### Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	$\varepsilon$ [%]	$S_m$ [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (14)
2	100	41	10,05	1080,51	0,06	117,16	0,000000	0,00	0,000 (14)
3	100	42	10,05	1106,86	0,23	122,30	0,000000	0,00	0,000 (14)
4	100	43	10,05	1133,25	0,53	127,55	0,000000	0,00	0,000 (14)
5	100	44	10,05	1159,69	0,98	132,90	0,000000	0,00	0,000 (14)
6	100	45	10,05	1186,16	1,67	138,36	0,000000	0,00	0,000 (14)
7	100	45	10,05	1200,00	2,65	143,91	0,000000	0,00	0,000 (14)
8	100	46	10,05	1200,00	3,92	149,57	0,000000	0,00	0,000 (14)
9	100	47	10,05	1200,00	5,50	155,34	0,000000	0,00	0,000 (14)
10	100	48	10,05	1200,00	7,39	161,21	0,000000	0,00	0,000 (14)
11	100	49	10,05	1200,00	9,60	167,18	0,000000	0,00	0,000 (14)
12	100	50	10,05	1200,00	12,14	173,25	0,000000	0,00	0,000 (14)

### Sperone

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	$\varepsilon$ [%]	$S_m$ [mm]	w [mm]
1	100	35	5,65	960,21	-22,02	-81,92	0,000000	0,00	0,000 (14)

## Combinazioni SLEQ

### Piastra paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	$\varepsilon$ [%]	$S_m$ [mm]	w [mm]
1-1-P	100	30	4,52	827,79	-0,82	-59,42	0,000000	0,00	0,000
2-1-P	100	30	5,65	812,12	0,65	-60,33	0,000000	0,00	0,000
3-1-P	100	30	4,52	827,79	-0,15	-59,42	0,000000	0,00	0,000
4-1-S	100	30	6,16	805,91	-2,18	-60,64	0,000000	0,00	0,000
5-1-S	100	30	6,16	805,91	1,07	60,64	0,000000	0,00	0,000

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 57 di 140

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
6-1-S	100	30	6,16	805,91	2,01	60,64	0,000000	0,00	0,000
7-1-S	100	30	6,16	805,91	2,22	60,64	0,000000	0,00	0,000
8-1-S	100	30	6,16	805,91	2,33	60,64	0,000000	0,00	0,000
9-1-S	100	30	6,16	805,91	2,37	60,64	0,000000	0,00	0,000
10-1-S	100	30	6,16	805,91	2,31	60,64	0,000000	0,00	0,000
11-1-S	100	30	6,16	805,91	2,37	60,64	0,000000	0,00	0,000
12-1-S	100	30	6,16	805,91	2,34	60,64	0,000000	0,00	0,000
13-1-S	100	30	6,16	805,91	2,31	60,64	0,000000	0,00	0,000
14-1-S	100	30	7,70	789,06	2,36	61,85	0,000000	0,00	0,000
15-1-S	100	30	6,16	805,91	2,31	60,64	0,000000	0,00	0,000
16-1-S	100	30	6,16	805,91	2,34	60,64	0,000000	0,00	0,000
17-1-S	100	30	6,16	805,91	2,37	60,64	0,000000	0,00	0,000
18-1-S	100	30	6,16	805,91	2,31	60,64	0,000000	0,00	0,000
19-1-S	100	30	6,16	805,91	2,37	60,64	0,000000	0,00	0,000
20-1-S	100	30	6,16	805,91	2,33	60,64	0,000000	0,00	0,000
21-1-S	100	30	6,16	805,91	2,22	60,64	0,000000	0,00	0,000
22-1-S	100	30	6,16	805,91	2,01	60,64	0,000000	0,00	0,000
23-1-S	100	30	6,16	805,91	1,07	60,64	0,000000	0,00	0,000
24-1-S	100	30	6,16	805,91	-2,18	-60,64	0,000000	0,00	0,000

### Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (15)
2	100	41	10,05	1080,51	0,06	117,16	0,000000	0,00	0,000 (15)
3	100	42	10,05	1106,86	0,23	122,30	0,000000	0,00	0,000 (15)
4	100	43	10,05	1133,25	0,53	127,55	0,000000	0,00	0,000 (15)
5	100	44	10,05	1159,69	0,98	132,90	0,000000	0,00	0,000 (15)
6	100	45	10,05	1186,16	1,67	138,36	0,000000	0,00	0,000 (15)
7	100	45	10,05	1200,00	2,65	143,91	0,000000	0,00	0,000 (15)
8	100	46	10,05	1200,00	3,92	149,57	0,000000	0,00	0,000 (15)
9	100	47	10,05	1200,00	5,50	155,34	0,000000	0,00	0,000 (15)
10	100	48	10,05	1200,00	7,39	161,21	0,000000	0,00	0,000 (15)
11	100	49	10,05	1200,00	9,60	167,18	0,000000	0,00	0,000 (15)
12	100	50	10,05	1200,00	12,14	173,25	0,000000	0,00	0,000 (15)

### Sperone

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	35	5,65	960,21	-22,02	-81,92	0,000000	0,00	0,000 (15)

Per quanto concerne infine l'ipotesi di fondazione immersa (in caso di piena eccezionale), la presenza dei tiranti garantisce l'equilibrio e si verifica:



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

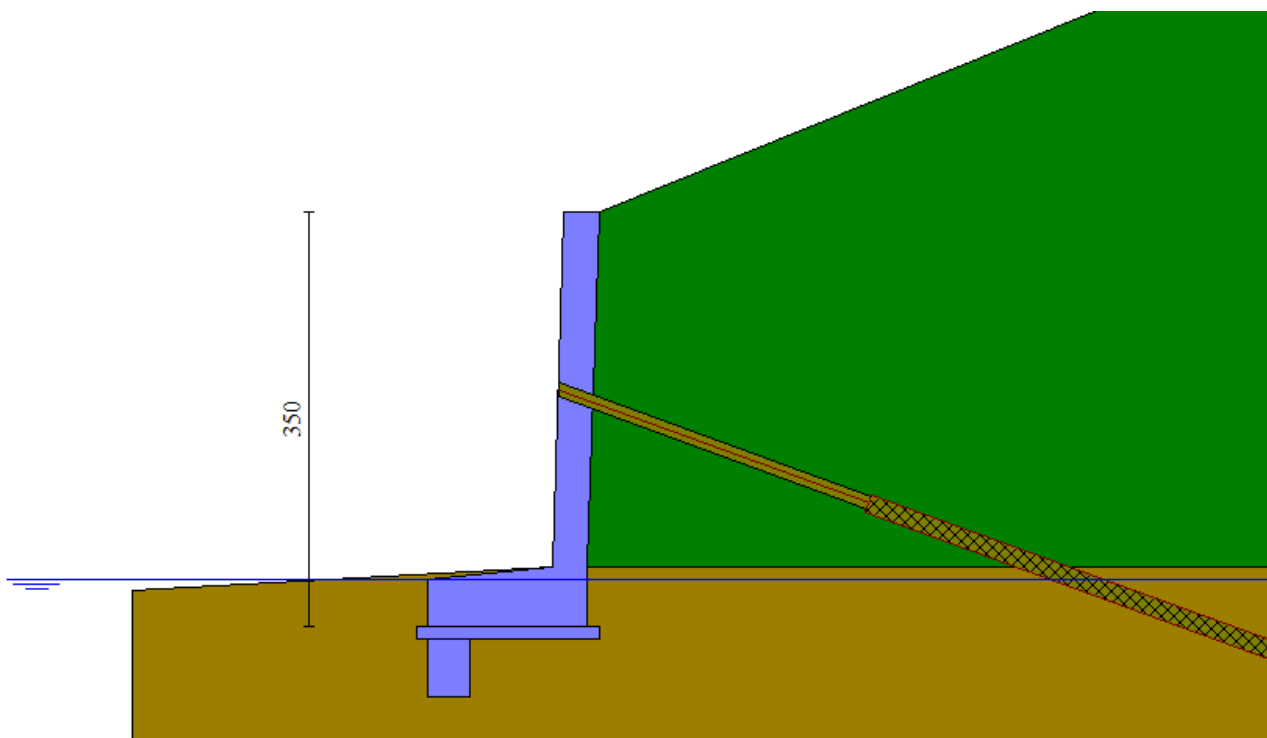
Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 58 di 140



Omettendo per brevità le verifiche di dettaglio, anche nella situazione di piena tutte le verifiche geotecniche risultano soddisfatte.



## 8.5. Verifica sez. C

Come anticipato, il muro d'ala è stato suddiviso in tre sezioni al fine di esaminare il comportamento a diverse altezze e dimensionarne i tiranti.

La sezione C ha un'altezza di spinta pari a 4 m.

Le caratteristiche dei materiali, come i carichi e le combinazioni sono analoghe al caso precedente e verranno quindi omesse per maggior leggibilità.

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, 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 [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	0,00	0.000
2	4,52	1,62	19.718
3	7,52	1,62	0.000
4	12,52	1,62	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 1.000 [°]

### Geometria muro

#### *Geometria paramento e fondazione*

Lunghezza muro 1,40 [m]

#### Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	4,00	[m]
Altezza paramento libero	4,00	[m]
Spessore in sommità	0,30	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30	[m]
Inclinazione paramento esterno	5,00	[°]
Inclinazione paramento interno	-5,00	[°]

#### Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0,90	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,00	[m]
Lunghezza totale	1,20	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Altezza valle esterna	0,40	[m]
Altezza valle interna	0,50	[m]
Altezza monte interna	0,50	[m]
Altezza monte esterna	0,50	[m]
Spessore magrone	0,10	[m]

#### Sperone

Posizione	Valle	
Distanza dal tacco della fondazione	0,85	[m]
Altezza	0,60	[m]
Spessore	0,35	[m]



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 60 di 140

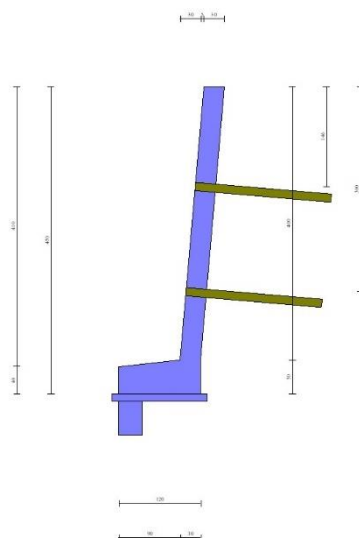


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Tiranti di ancoraggio

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
Dest	Destinazione del tirante (Fondazione, Paramento)
S	ordinata della fila misurata dalla testa del muro (se il tirante è posizionato sul paramento), ascissa della fila misurata dal tacco della fondazione (se il tirante è posizionato sulla fondazione) espressa in [m]
I	Interasse tra i tiranti della fila espressa in [m]
F	Franco della fila espressa in [m]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
Nt	numero di tiranti della fila
$\alpha$	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
T	tiro iniziale espresso in [kN]. Solo per i tiranti attivi
Lt, Lf	Lunghezza totale e di fondazione espressa in [m]. Definiti solo nel caso di Verifica.

n°	Tipologia	Dest	S [m]	I [m]	F [m]	ALL	Nt	$\alpha$ [°]	T [kN]	Lt [m]	Lf [m]
1	Tirante Barra Diwidag	Paramento	1,46	1,40	0,00	Centrati	1	5,00	--	11,00	7,00
2	Tirante Barra Diwidag	Paramento	3,00	1,40	0,00	Centrati	1	5,00	--	11,00	8,00

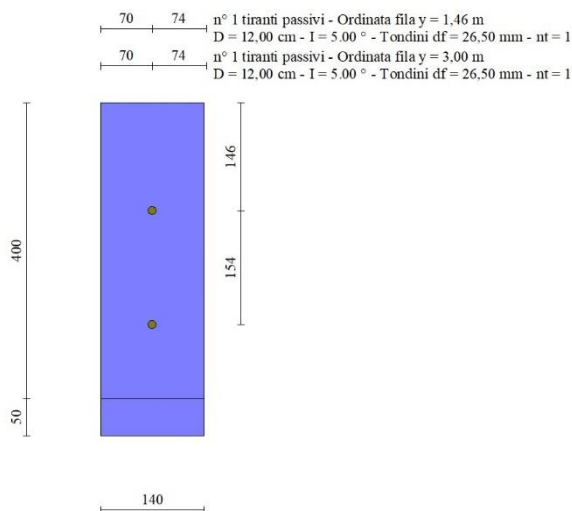


Fig. 2 - Prospetto del paramento con i tiranti

### Vincoli

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVOdoc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 61 di 140**Simbologia adottata**

n° indice del vincolo  
 X, Y Posizione del vincolo sul muro, espressa in [m]  
 Vx, Vy Vincolo alla traslazione orizzontale e verticale (Rigido o Elastico)  
 Kx, Ky Rigidezza del vincolo elastico, espressa in [kg/cm]  
 Dir Direzione reazione vincolo

n°	X [m]	Y [m]	Vx	Kx [kg/cm]	Dir	Vy	Ky [kg/cm]	Dir
1	0,00	0,00	Rigido	--	Reagisce a spostamenti verso MONTE	Libero	--	--

(Per maggiori informazioni si vedano le ipotesi di calcolo all'inizio del capitolo).

**Descrizione terreni****Parametri di resistenza****Simbologia adottata**

n° Indice del terreno  
 Descr Descrizione terreno  
 γ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]  
 γ<sub>s</sub> Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]  
 φ Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
 c Coesione espressa in [kPa]  
 c<sub>a</sub> Adesione terra-muro espressa in [kPa]  
 Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix  
 Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)  
 τ<sub>l</sub> Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ <sub>sat</sub> [kN/mc]	φ [°]	δ [°]	c [kPa]	c <sub>a</sub> [kPa]	Cesp	τ <sub>l</sub> [kPa]	
1	Terreno riporto	19,0000	20,0000	33.000	0.000	0	0	1.150	100	(CAR)
				33.000	0.000	0	0			(MIN)
				33.000	0.000	0	0			(MED)
2	Terreno Fondazione	18,0000	19,0000	31.000	20.670	3	0	1.150	100	(CAR)
				31.000	20.667	3	0			(MIN)
				31.000	20.667	3	0			(MED)

**Stratigrafia****Simbologia adottata**

n° Indice dello strato  
 H Spessore dello strato espresso in [m]  
 α Inclinazione espressa in [°]  
 Terreno Terreno dello strato  
 K<sub>wn</sub>, K<sub>wt</sub> Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 Per calcolo pali (solo se presenti)  
 K<sub>w</sub> Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 K<sub>s</sub> Coefficiente di spinta  
 Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

K<sub>ststa</sub>, K<sub>stsis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	K <sub>wn</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>wt</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	K <sub>w</sub> [Kg/cm <sup>3</sup> ]	K <sub>s</sub>	Cesp	K <sub>ststa</sub>	K <sub>stsis</sub>
1	4,50	0.000	Terreno riporto	0.000	0.000	---	---	---	---	---
2	3,00	0.000	Terreno Fondazione	3.253	2.113	---	---	---	---	---

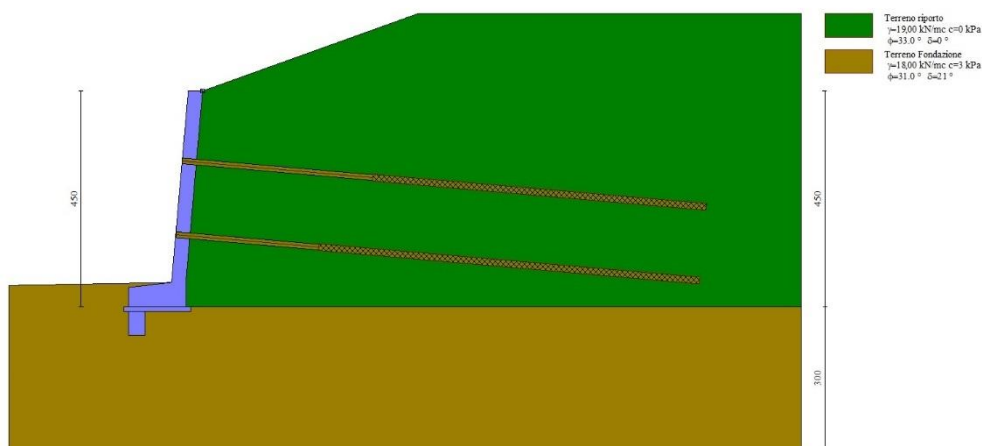


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
$X_f$	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
$Q_i$	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN]
$Q_f$	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN]

#### Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75$  -  $\Psi_1=0.75$  -  $\Psi_2=0.00$ 

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	M [kNm]	$X_i$ [m]	$X_f$ [m]	$Q_i$ [kN]	$Q_f$ [kN]
1	Distribuito					4,52	7,52	99,9000	99,9000
2	Distribuito					7,52	10,52	67,0000	67,0000

#### Coeff. parziali $\gamma_R$ per la resistenza di ancoraggi

		R3
Laterale	$\gamma_{Ra}$	1.20

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei tiranti

Numero di verticali indagate 1

 $\zeta_3=1.80$   $\zeta_4=1.80$ 

### Opzioni di calcolo

#### Spinta

Metodo di calcolo della spinta

Tipo di spinta

Terreno a bassa permeabilità

Superficie di spinta limitata

Culmann

Spinta a riposo

NO

NO

#### Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza

Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati) Ponderata

Criterio di riduzione per eccentricità della portanza

Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)

Meyerhof

Meyerhof

Nessuna

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)

STUDIO TECNICO **CAPRONI**Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVOdoc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 63 di 140

Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ( $0.5B\gamma N_i$ ) Larghezza ridotta (B')  
 Fattori di forma e inclinazione del carico Solo i fattori di inclinazione  
 Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale Bishop

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante 50.00  
 Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione 50.00  
 Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni NO  
 Considera terreno sulla fondazione di valle NO  
 Considera spinta e peso acqua fondazione di valle NO

Spostamenti

Modello a blocchi  
 Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti  
 Spostamento limite 5,00 [cm]

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Opzioni calcolo tiranti

Superficie di ancoraggio Angolo di rottura  
 Tensione limite resistenza malta Tensione tangenziale aderenza acciaio-cls (fbd)

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)**Paramento e fondazione muro**

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD eseguite. Struttura in classe d'uso III o IV

Condizioni ambientali Aggressive  
 Armatura ad aderenza migliorata SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile  
 Metodo di calcolo aperture delle fessure NTC 2018 - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.  
 Calcolo momento fessurazione Apertura  
 Resistenza a trazione per Flessione  
 Valori limite aperture delle fessure:  
 $w_1=0.20$   
 $w_2=0.30$   
 $w_3=0.40$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	$0.60 f_{ck}$	$0.80 f_{yk}$
Frequente	$1.00 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$
Quasi permanente	$0.45 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 64 di 140

## Risultati per inviluppo

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione  
A Tipo azione  
I Inclinazione della spinta, espressa in [°]  
V Valore dell'azione, espressa in [kN]  
Cx, Cy Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]  
Px, Py Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	148,95	-4,45	148,50	-11,55	0,00	-2,88
	Peso/Inerzia muro			0,00	48,18/0,00	-0,61	-2,94
	Resistenza passiva terreno antistante			-3,19			
	Resistenza passiva sperone			-8,87			
	Resistenza tiranti			-219,94	19,24	-0,50	-2,28
	Reazione vincolare			5,52	0,00	0,00	0,00
2	Spinta statica	101,59	-4,45	101,28	-7,88	0,00	-2,73
	Incremento di spinta sismica		71,11	70,90	-5,51	0,00	-2,26
	Peso/Inerzia muro			9,34	48,18/4,67	-0,61	-2,94
	Resistenza passiva terreno antistante			-3,19			
	Resistenza passiva sperone			-8,87			
	Resistenza tiranti			-219,94	19,24	-0,50	-2,28
	Reazione vincolare			3,54	0,00	0,00	0,00

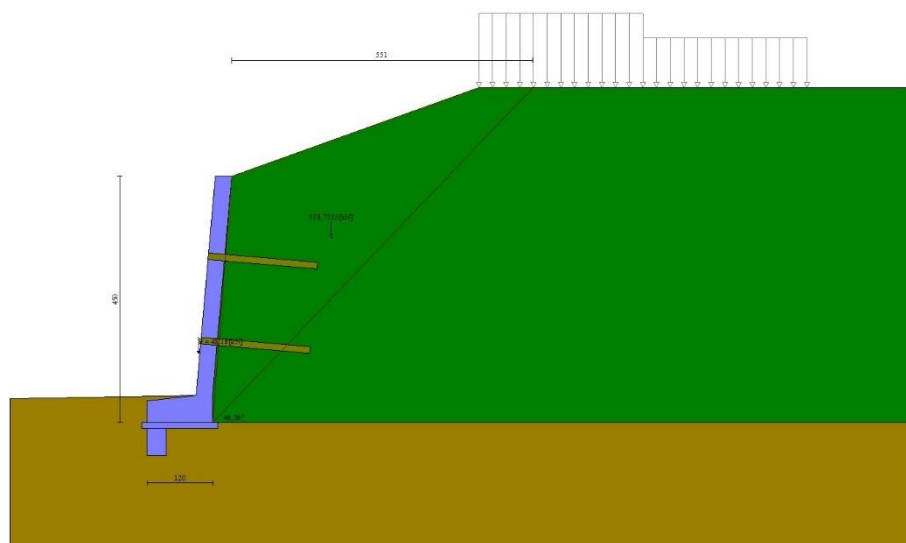


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 65 di 140

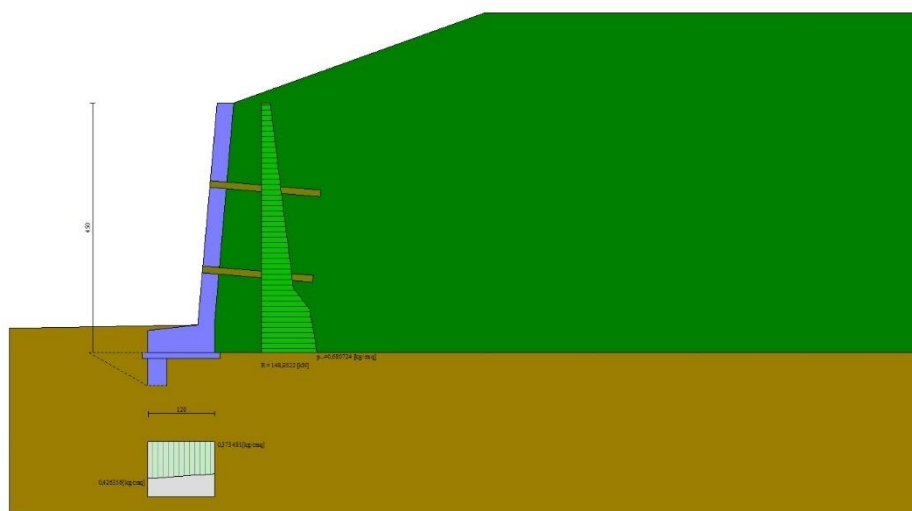


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

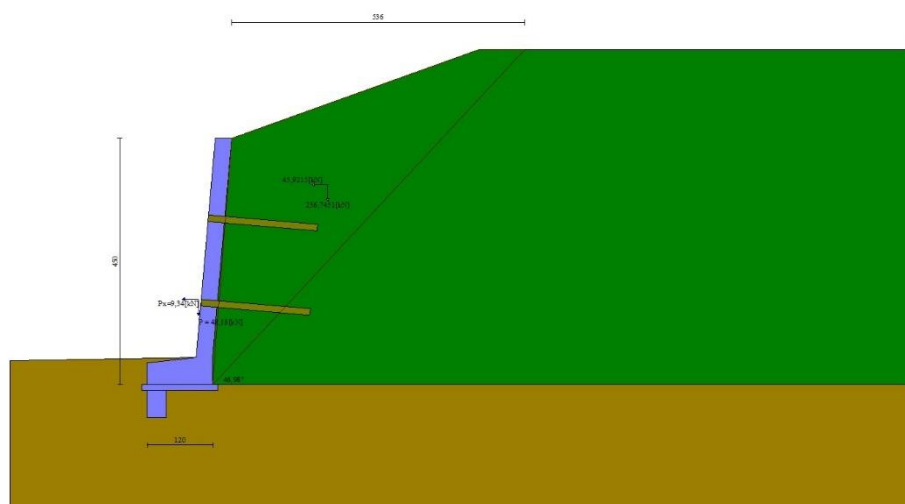


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 66 di 140

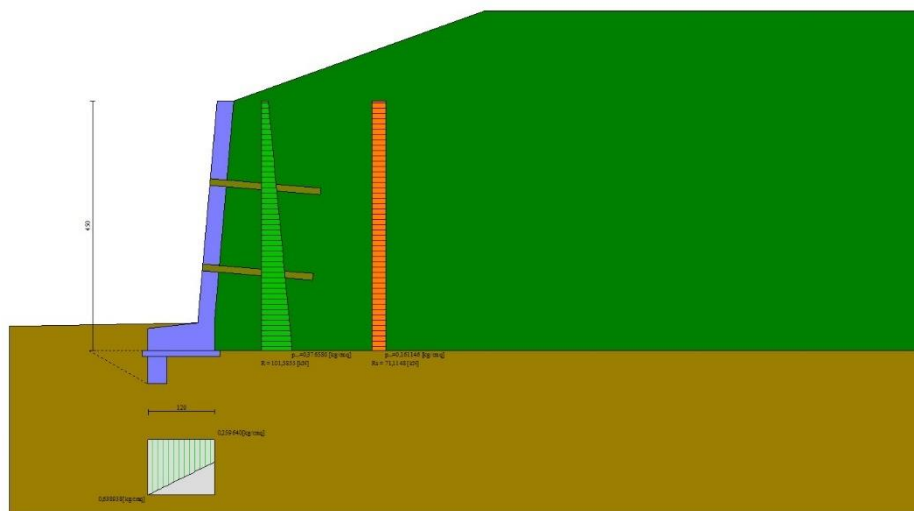


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>SUPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.622		1.943			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.361		2.540			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.481		2.671			
4 - STR (A1-M1-R3)		1.659		1.691			
5 - STR (A1-M1-R3)		1.622		1.943			
6 - STR (A1-M1-R3)		1.659		1.691			
7 - GEO (A2-M2-R2)					1.381		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.891		
9 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.897		

### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	17,76	3,19	8,87	--	219,94	249,77	154,02	1.622
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	19,95	3,19	8,87	--	219,94	251,96	185,07	1.361

### Dettagli verifica a scorrimento

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kN]
φ <sub>RP</sub>	Angolo di rottura passivo, espresso in [°]

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 67 di 140

Nrpp Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kN]  
Lr Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss [kN]	$\phi_{Rp}$	Nrpp [kN]	Lr [m]
1	0,00	29.500	47,07	1,20
2	0,00	29.500	52,89	1,20

## Verifica a carico limite

### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]  
Qu carico limite del terreno, espresso in [kN]  
Qd Portanza di progetto, espresso in [kN]  
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
4 - STR (A1-M1-R3)	61,04	103,19	73,71	1.691
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	52,89	134,34	111,95	2.540

## Dettagli calcolo portanza

### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
Nc, Nq, Ny Fattori di capacità portante  
ic, iq, iy Fattori di inclinazione del carico  
dc, dq, dy Fattori di profondità del piano di posa  
gc, gq, gy Fattori di inclinazione del profilo topografico  
bc, bq, by Fattori di inclinazione del piano di posa  
sc, sq, sy Fattori di forma della fondazione  
pc, pq, py Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic  
Re Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof  
Ir, Irc Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic  
ry Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia  $0.5B_yN_y$  viene moltiplicato per questo fattore  
D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]  
B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]  
H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]  
c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]  
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
4	32.671 20.631 18.564	0.399 0.399 0.005	1.143 1.071 1.071	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.702	1.000
2	32.671 20.631 18.564	0.432 0.432 0.000	1.143 1.071 1.071	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.851	1.000

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	$\gamma$ [°]	$\phi$ [kN/mc]	c [kPa]
4	0,48	1,20	1,06	18,00	31,00	3
2	0,48	1,20	1,06	18,00	31,00	3

## Verifica stabilità globale muro + terreno

### Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione  
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
R Raggio, espresso in [m]  
FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
7 - GEO (A2-M2-R2)	-0,50; 4,50	9,67	1.381
8 - GEO (A2-M2-R2) H + V	0,00; 4,50	9,73	1.891

## Dettagli strisce verifiche stabilità

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
W peso della striscia espresso in [kN]  
Qy carico sulla striscia espresso in [kN]  
Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine

Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 68 di 140

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 $c$  coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
 $b$  larghezza della striscia espressa in [m]  
 $u$  pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	7,07	42,29	0,00	8,74 - 0,55	67.960	27.453	0	0,0	
2	19,23	42,29	0,00	0,55	60.690	27.453	0	0,0	
3	28,35	58,47	0,00	0,55	54.560	27.453	0	0,0	
4	35,70	63,05	0,00	0,55	49.261	27.453	0	0,0	34,11; 0,00
5	41,83	63,05	0,00	0,55	44.487	27.453	0	0,0	
6	47,05	63,05	0,00	0,55	40.081	27.453	0	0,0	
7	51,53	63,05	0,00	0,55	35.945	27.453	0	0,0	60,68; 0,00
8	55,29	43,30	0,00	0,55	32.017	27.453	0	0,0	
9	57,05	0,00	0,00	0,55	28.252	27.453	0	0,0	
10	57,85	0,00	0,00	0,55	24.616	27.453	0	0,0	
11	58,20	0,00	0,00	0,55	21.083	25.673	2	0,0	
12	58,06	0,00	0,00	0,55	17.633	25.673	2	0,0	
13	57,56	0,00	0,00	0,55	14.248	25.673	2	0,0	
14	56,72	0,00	0,00	0,55	10.913	25.673	2	0,0	
15	55,55	0,00	0,00	0,55	7.615	25.673	2	0,0	
16	54,13	0,00	0,00	0,55	4.343	25.673	2	0,0	
17	50,66	0,00	0,00	0,55	1.084	25.673	2	0,0	
18	13,58	0,00	0,00	0,55	-2.170	25.673	2	0,0	
19	14,89	0,00	0,00	0,55	-5.432	25.673	2	0,0	
20	10,43	0,00	0,00	0,55	-8.712	25.673	2	0,0	
21	9,33	0,00	0,00	0,55	-12.020	25.673	2	0,0	
22	7,91	0,00	0,00	0,55	-15.371	25.673	2	0,0	
23	6,14	0,00	0,00	0,55	-18.776	25.673	2	0,0	
24	3,98	0,00	0,00	0,55	-22.251	25.673	2	0,0	
25	1,33	0,00	0,00	-4,98 - 0,55	-24.940	25.673	2	0,0	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	7,33	0,00	0,00	9,31 - 0,56	68.036	33.000	0	0,0	
2	19,92	0,00	0,00	0,56	60.675	33.000	0	0,0	
3	29,32	0,00	0,00	0,56	54.494	33.000	0	0,0	
4	36,88	0,00	0,00	0,56	49.156	33.000	0	0,0	29,47; 0,00
5	43,19	0,00	0,00	0,56	44.350	33.000	0	0,0	
6	48,55	0,00	0,00	0,56	39.913	33.000	0	0,0	
7	53,15	0,00	0,00	0,56	35.750	33.000	0	0,0	54,75; 0,00
8	57,10	0,00	0,00	0,56	31.796	33.000	0	0,0	
9	60,33	0,00	0,00	0,56	28.005	33.000	0	0,0	
10	61,48	0,00	0,00	0,56	24.343	33.000	0	0,0	
11	61,77	0,00	0,00	0,56	20.786	31.000	3	0,0	
12	61,59	0,00	0,00	0,56	17.310	31.000	3	0,0	
13	61,03	0,00	0,00	0,56	13.899	31.000	3	0,0	
14	60,13	0,00	0,00	0,56	10.538	31.000	3	0,0	
15	58,88	0,00	0,00	0,56	7.214	31.000	3	0,0	
16	57,31	0,00	0,00	0,56	3.914	31.000	3	0,0	
17	56,46	0,00	0,00	0,56	0.627	31.000	3	0,0	
18	46,34	0,00	0,00	0,56	-2.659	31.000	3	0,0	
19	13,80	0,00	0,00	0,56	-5.952	31.000	3	0,0	
20	12,81	0,00	0,00	0,56	-9.266	31.000	3	0,0	
21	10,00	0,00	0,00	0,56	-12.612	31.000	3	0,0	
22	8,47	0,00	0,00	0,56	-16.002	31.000	3	0,0	
23	6,57	0,00	0,00	0,56	-19.451	31.000	3	0,0	
24	4,26	0,00	0,00	0,56	-22.975	31.000	3	0,0	
25	1,43	0,00	0,00	-4,63 - 0,56	-25.836	31.000	3	0,0	



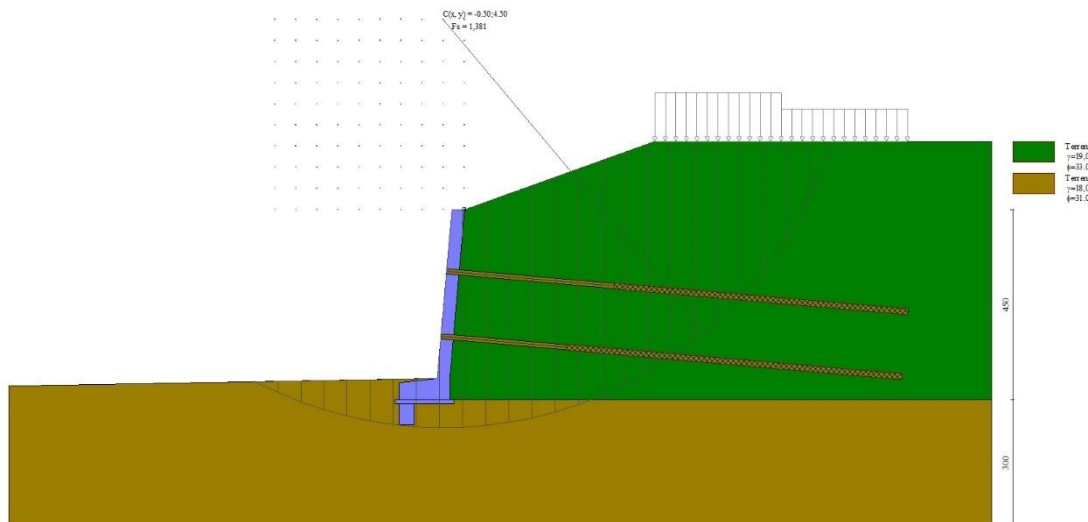


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 7)

### Tiranti

#### Simbologia adottata

It      Indice tirante (tra parentesi viene indicata la posizione P: paramento, F: fondazione)  
S      Ordinata sul paramento o ascissa sulla fondazione, espressa in [m]  
Ic      Indice combinazione

### Dettagli di calcolo

#### Simbologia adottata

Lf      Lunghezza bulbo fondazione necessaria ad assorbire il tiro in esercizio, espressa in [m]. In grassetto la lunghezza usata nel calcolo della resistenza  
Lt      Lunghezza totale (lunghezza del bulbo di fondazione + tratto inefficace), espressa in [m]. In grassetto la lunghezza massima  
N      Tiro in esercizio sul tirante, espresso in [kN]. In grassetto il tiro massimo in esercizio  
Nx/ml, Ny/ml      Componente in direzione X ed Y del tiro a metro lineare, espresso in [kN]  
R      Resistenza di progetto, espresso in [kN]  
Rx/ml, Ry/ml      Resistenza in direzione X ed Y a metro lineare, espressa in [kN]

It	S [m]	Ic	Lf [m]	Lt [m]	N [kN]	Nx/ml [kN]	Ny/ml [kN]	R [kN]	Rx/ml [kN]	Ry/ml [kN]
1 [P]	1,46	1	3,70	7,70	75,65	53,83	4,71	142,51	53,83	4,71
		2	5,80	9,80	117,15	83,36	7,29	142,51	83,36	7,29
		3	5,20	9,20	105,08	74,77	6,54	142,51	74,77	6,54
		4	3,80	7,80	77,80	55,36	4,84	142,51	55,36	4,84
		5	3,70	7,70	75,65	53,83	4,71	142,51	53,83	4,71
		6	3,80	7,80	77,80	55,36	4,84	142,51	55,36	4,84
		10	3,90	7,90	80,01	56,93	4,98	142,51	56,93	4,98
		11	5,80	9,80	117,74	83,78	7,33	142,51	83,78	7,33
		12	5,20	9,20	105,71	75,22	6,58	142,51	75,22	6,58
		13	2,50	6,50	61,29	43,61	3,82	171,01	43,61	3,82
		14	2,50	6,50	60,54	43,08	3,77	171,01	43,08	3,77
		15	2,40	6,40	60,05	42,73	3,74	171,01	42,73	3,74
		16	3,40	7,40	82,45	58,67	5,13	171,01	58,67	5,13
		17	3,10	7,10	76,75	54,62	4,78	171,01	54,62	4,78
			<b>7,00</b>	<b>11,00</b>	<b>117,74</b>					
2 [P]	3,00	1	4,50	7,50	92,15	65,57	5,74	162,58	65,57	5,74
		2	4,90	7,90	98,53	70,11	6,13	162,58	70,11	6,13
		3	4,40	7,40	89,58	63,74	5,58	162,58	63,74	5,58
		4	4,00	7,00	82,16	58,46	5,11	162,58	58,46	5,11
		5	4,50	7,50	92,15	65,57	5,74	162,58	65,57	5,74
		6	4,00	7,00	82,16	58,46	5,11	162,58	58,46	5,11
		10	3,60	6,60	73,64	52,40	4,58	162,58	52,40	4,58
		11	4,70	7,70	95,46	67,93	5,94	162,58	67,93	5,94
		12	4,20	7,20	86,18	61,33	5,37	162,58	61,33	5,37
		13	2,30	5,30	57,58	40,97	3,58	195,09	40,97	3,58
		14	2,20	5,20	54,23	38,58	3,38	195,09	38,58	3,38
		15	2,10	5,10	51,03	36,31	3,18	195,09	36,31	3,18
		16	2,80	5,80	69,20	49,24	4,31	195,09	49,24	4,31
		17	2,60	5,60	64,96	46,22	4,04	195,09	46,22	4,04
			<b>8,00</b>	<b>11,00</b>	<b>98,53</b>					

### Verifica di resistenza allo sfilamento

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 70 di 140

#### Simbologia adottata

R1 Resistenza allo sfilamento del tirante dal terreno, espressa in [kN]  
R2 Resistenza di aderenza malta-armatura, espressa in [kN]  
R3 Resistenza malta, espressa in [kN]  
R Resistenza (minimo tra R1, R2 e R3), espressa in [kN]  
N Tiro in esercizio sul tirante, espresso in [kN]  
FS Fattore di sicurezza (rapporto R/N)

It	S [m]	Ic	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]	R [kN]	N [kN]	FS
1 [P]	1,46	1	142,51	957,77	4770,78	142,51	75,65	1.884
		2	142,51	957,77	4770,78	142,51	117,15	1.216
		3	142,51	957,77	4770,78	142,51	105,08	1.356
		4	142,51	957,77	4770,78	142,51	77,80	1.832
		5	142,51	957,77	4770,78	142,51	75,65	1.884
		6	142,51	957,77	4770,78	142,51	77,80	1.832
		10	142,51	957,77	4770,78	142,51	80,01	1.781
		11	142,51	957,77	4770,78	142,51	117,74	1.210
		12	142,51	957,77	4770,78	142,51	105,71	1.348
		13	171,01	957,77	4770,78	171,01	61,29	2.790
		14	171,01	957,77	4770,78	171,01	60,54	2.825
		15	171,01	957,77	4770,78	171,01	60,05	2.848
		16	171,01	957,77	4770,78	171,01	82,45	2.074
		17	171,01	957,77	4770,78	171,01	76,75	2.228
2 [P]	3,00	1	162,58	1094,60	5452,32	162,58	92,15	1.764
		2	162,58	1094,60	5452,32	162,58	98,53	1.650
		3	162,58	1094,60	5452,32	162,58	89,58	1.815
		4	162,58	1094,60	5452,32	162,58	82,16	1.979
		5	162,58	1094,60	5452,32	162,58	92,15	1.764
		6	162,58	1094,60	5452,32	162,58	82,16	1.979
		10	162,58	1094,60	5452,32	162,58	73,64	2.208
		11	162,58	1094,60	5452,32	162,58	95,46	1.703
		12	162,58	1094,60	5452,32	162,58	86,18	1.886
		13	195,09	1094,60	5452,32	195,09	57,58	3.388
		14	195,09	1094,60	5452,32	195,09	54,23	3.598
		15	195,09	1094,60	5452,32	195,09	51,03	3.823
		16	195,09	1094,60	5452,32	195,09	69,20	2.819
		17	195,09	1094,60	5452,32	195,09	64,96	3.003

#### Verifica delle tensioni massime nell'armatura del tirante

#### Simbologia adottata

N<sub>MAX</sub> Tiro massimo in esercizio sul tirante, espresso in [kN]  
A Area del tirante, espresso in [cmq]  
σ<sub>f</sub> Tensione nel tirante (N<sub>MAX</sub>/A), espresso in [kPa]  
σ<sub>lim</sub> Tensione limite dell'acciaio del tirante, espresso in [kPa]

It	S [m]	N <sub>MAX</sub> [kN]	A [cmq]	σ <sub>f</sub> [kPa]	σ <sub>lim</sub> [kPa]
1 [P]	1,46	117,74	5,52	213472	826087
2 [P]	3,00	98,53	5,52	178641	826087

#### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

n° Indice della sezione  
X Posizione della sezione, espresso in [m]  
N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

#### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub> Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
M<sub>xy</sub> Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
T<sub>x</sub>, T<sub>y</sub> Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

#### Piastra paramento

In	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>xy</sub> [kNm]	T <sub>x</sub> [kN]	T <sub>y</sub> [kN]	
1	3,83	12,76	-1,58	0,00	-23,39	MAX
	1,31	4,38	-3,43	0,00	-40,04	MIN
2	4,11	13,69	-0,99	0,00	2,58	MAX
	1,45	4,84	-1,98	0,00	-7,27	MIN
3	1,59	13,73	-0,93	-3,15	6,03	MAX
	0,61	5,57	-1,76	-7,29	-3,81	MIN
4	0,32	13,78	-0,99	-2,74	-19,33	MAX

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 71 di 140

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	0,15	5,64	-1,96	-6,80	-31,57	MIN
5	4,91	16,38	-0,69	0,00	11,89	MAX
	1,89	6,31	-1,28	0,00	-0,15	MIN
6	3,22	15,12	-0,90	-3,30	14,26	MAX
	1,28	6,31	-1,63	-6,93	1,56	MIN
7	0,96	13,21	-0,80	-2,45	12,33	MAX
	0,38	5,88	-1,36	-5,61	0,91	MIN
8	0,16	12,61	-0,58	-1,94	-4,34	MAX
	0,06	5,62	-0,94	-4,51	-15,59	MIN
9	1,95	13,52	-0,91	-2,57	18,92	MAX
	0,79	6,09	-1,55	-5,69	4,94	MIN
10	5,43	18,10	-0,45	0,00	16,76	MAX
	2,19	7,31	-0,80	0,00	2,95	MIN
11	3,93	16,29	-0,61	-2,46	18,94	MAX
	1,58	6,96	-1,07	-4,82	4,47	MIN
12	2,60	14,16	-0,70	-1,72	23,27	MAX
	1,04	6,45	-1,21	-3,63	7,50	MIN
13	0,54	10,98	-0,72	-1,19	17,83	MAX
	0,22	5,30	-1,13	-2,83	4,72	MIN
14	0,07	10,64	-0,44	-1,06	9,11	MAX
	0,02	5,13	-0,64	-2,43	-3,42	MIN
15	1,01	11,06	-0,95	-0,93	23,32	MAX
	0,40	5,37	-1,55	-2,44	8,09	MIN
16	1,20	11,35	-0,82	-0,17	27,99	MAX
	0,42	5,54	-1,38	-1,27	10,62	MIN
17	5,75	19,15	-0,22	0,00	19,37	MAX
	2,38	7,92	-0,39	0,00	4,59	MIN
18	4,27	17,04	-0,31	-1,25	21,58	MAX
	1,74	7,39	-0,54	-2,37	6,09	MIN
19	2,81	14,66	-0,38	-0,83	26,08	MAX
	1,11	6,73	-0,66	-1,70	9,12	MIN
20	1,21	11,70	-0,48	0,32	31,43	MAX
	0,33	5,74	-0,82	-0,43	12,50	MIN
21	0,28	8,46	-0,67	0,54	22,42	MAX
	0,11	4,18	-0,99	-0,68	7,80	MIN
22	0,08	8,30	-0,32	-0,28	18,35	MAX
	0,03	4,09	-0,43	-0,90	2,59	MIN
23	0,38	8,35	-0,98	2,50	27,40	MAX
	-0,09	4,12	-1,55	0,28	10,79	MIN
24	0,21	8,44	-0,95	3,83	33,19	MAX
	-0,76	4,19	-1,58	1,33	13,93	MIN
25	-0,11	8,70	-0,59	2,89	38,34	MAX
	-1,53	4,36	-1,03	1,20	16,73	MIN
26	5,85	19,51	0,00	0,00	20,24	MAX
	2,44	8,13	0,00	0,00	5,12	MIN
27	4,36	17,30	0,00	0,00	22,47	MAX
	1,78	7,54	0,00	0,00	6,63	MIN
28	2,85	14,85	0,00	0,00	27,07	MAX
	1,13	6,83	0,00	0,00	9,69	MIN
29	1,19	11,85	0,00	0,00	32,73	MAX
	0,28	5,82	0,00	0,00	13,21	MIN
30	-0,26	8,85	0,00	0,00	40,44	MAX
	-1,87	4,45	0,00	0,00	17,88	MIN
31	0,18	6,18	-0,58	3,27	24,92	MAX
	0,03	1,57	-0,82	1,15	9,72	MIN
32	0,10	6,15	-0,16	1,13	24,29	MAX
	0,06	1,59	-0,25	0,09	6,75	MIN
33	-0,07	5,85	-0,97	7,63	29,46	MAX
	-0,73	1,09	-1,54	3,56	12,54	MIN
34	-0,81	5,69	-1,10	10,08	37,82	MAX
	-2,30	0,88	-1,89	5,05	17,12	MIN
35	-1,69	5,85	-0,76	7,39	47,87	MAX
	-4,02	1,18	-1,36	3,73	22,35	MIN
36	-2,09	6,00	0,00	0,00	52,76	MAX
	-4,77	1,46	0,00	0,00	24,88	MIN
37	5,75	19,15	0,39	0,00	19,37	MAX
	2,38	7,92	0,22	0,00	4,59	MIN
38	4,27	17,04	0,54	2,37	21,58	MAX
	1,74	7,39	0,31	1,25	6,09	MIN
39	2,81	14,66	0,66	1,70	26,08	MAX
	1,11	6,73	0,38	0,83	9,12	MIN
40	1,21	11,70	0,82	0,43	31,43	MAX
	0,33	5,74	0,48	-0,32	12,50	MIN
41	-0,11	8,70	1,03	-1,20	38,34	MAX
	-1,53	4,36	0,59	-2,89	16,73	MIN
42	-1,69	5,85	1,36	-3,73	47,87	MAX
	-4,02	1,18	0,76	-7,39	22,35	MIN
43	0,16	3,92	-0,41	6,06	24,44	MAX
	0,06	-2,22	-0,54	2,89	10,22	MIN
44	0,18	4,00	0,04	2,40	27,59	MAX
	0,11	-2,05	-0,11	0,96	9,56	MIN
45	-0,26	3,29	-0,83	14,49	28,21	MAX
	-0,95	-3,21	-1,30	7,24	12,62	MIN
46	-1,75	2,38	-1,16	20,95	38,10	MAX
	-3,76	-4,70	-2,04	10,66	17,85	MIN
47	-3,51	2,42	-1,05	16,85	63,68	MAX
	-7,19	-4,60	-1,93	8,63	31,10	MIN
48	-4,32	2,80	0,00	0,00	75,20	MAX
	-8,77	-3,93	0,00	0,00	37,07	MIN
49	-3,51	2,42	1,93	-8,63	63,68	MAX
	-7,19	-4,60	1,05	-16,85	31,10	MIN
50	5,43	18,10	0,80	0,00	16,76	MAX

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine

Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 72 di 140

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	2,19	7,31	0,45	0,00	2,95	MIN
51	3,93	16,29	1,07	4,82	18,94	MAX
	1,58	6,96	0,61	2,46	4,47	MIN
52	2,60	14,16	1,21	3,63	23,27	MAX
	1,04	6,45	0,70	1,72	7,50	MIN
53	1,20	11,35	1,38	1,27	27,99	MAX
	0,42	5,54	0,82	0,17	10,62	MIN
54	0,21	8,44	1,58	-1,33	33,19	MAX
	-0,76	4,19	0,95	-3,83	13,93	MIN
55	-0,81	5,69	1,89	-5,05	37,82	MAX
	-2,30	0,88	1,10	-10,08	17,12	MIN
56	-1,75	2,38	2,04	-10,66	38,10	MAX
	-3,76	-4,70	1,16	-20,95	17,85	MIN
57	0,19	1,84	-0,04	8,46	21,34	MAX
	0,14	-5,64	-0,14	4,12	9,30	MIN
58	0,27	1,99	0,32	3,39	28,77	MAX
	0,15	-5,35	0,06	1,55	11,26	MIN
59	-0,30	0,91	-0,41	20,53	23,05	MAX
	-0,92	-7,15	-0,56	10,35	10,52	MIN
60	-1,58	-0,61	-0,84	41,71	30,62	MAX
	-3,42	-9,67	-1,45	21,41	14,50	MIN
61	-5,99	-3,78	-1,17	41,10	50,87	MAX
	-12,00	-15,05	-2,18	21,19	25,00	MIN
62	-7,37	-0,76	0,00	0,00	184,98	MAX
	-14,68	-9,87	0,00	0,00	94,45	MIN
63	-5,99	-3,78	2,18	-21,19	50,87	MAX
	-12,00	-15,05	1,17	-41,10	25,00	MIN
64	-1,58	-0,61	1,45	-21,41	30,62	MAX
	-3,42	-9,67	0,84	-41,71	14,50	MIN
65	4,91	16,38	1,28	0,00	11,89	MAX
	1,89	6,31	0,69	0,00	-0,15	MIN
66	3,22	15,12	1,63	6,93	14,26	MAX
	1,28	6,31	0,90	3,30	1,56	MIN
67	1,95	13,52	1,55	5,69	18,92	MAX
	0,79	6,09	0,91	2,57	4,94	MIN
68	1,01	11,06	1,55	2,44	23,32	MAX
	0,40	5,37	0,95	0,93	8,09	MIN
69	0,38	8,35	1,55	-0,28	27,40	MAX
	-0,09	4,12	0,98	-2,50	10,79	MIN
70	-0,07	5,85	1,54	-3,56	29,46	MAX
	-0,73	1,09	0,97	-7,63	12,54	MIN
71	-0,26	3,29	1,30	-7,24	28,21	MAX
	-0,95	-3,21	0,83	-14,49	12,62	MIN
72	-0,30	0,91	0,56	-10,35	23,05	MAX
	-0,92	-7,15	0,41	-20,53	10,52	MIN
73	0,17	0,18	0,60	9,61	16,49	MAX
	0,13	-8,27	0,22	4,71	7,36	MIN
74	0,30	0,40	0,63	3,98	28,28	MAX
	0,17	-7,87	0,25	1,85	12,10	MIN
75	-0,35	-0,85	0,59	24,02	14,81	MAX
	-0,94	-9,96	0,21	12,16	6,75	MIN
76	-1,65	-2,72	0,37	45,47	14,83	MAX
	-3,56	-13,11	0,12	23,35	6,80	MIN
77	-2,91	-5,46	0,14	154,06	13,35	MAX
	-6,07	-17,76	0,04	79,68	6,05	MIN
78	-21,31	-21,11	0,00	0,00	22,73	MAX
	-41,60	-45,73	0,00	0,00	10,91	MIN
79	-2,91	-5,46	-0,04	-79,68	13,35	MAX
	-6,07	-17,76	-0,14	-154,06	6,05	MIN
80	-1,65	-2,72	-0,12	-23,35	14,83	MAX
	-3,56	-13,11	-0,37	-45,47	6,80	MIN
81	-0,35	-0,85	-0,21	-12,16	14,81	MAX
	-0,94	-9,96	-0,59	-24,02	6,75	MIN
82	4,11	13,69	1,98	0,00	2,58	MAX
	1,45	4,84	0,99	0,00	-7,27	MIN
83	1,59	13,73	1,76	7,29	6,03	MAX
	0,61	5,57	0,93	3,15	-3,81	MIN
84	0,96	13,21	1,36	5,61	12,33	MAX
	0,38	5,88	0,80	2,45	0,91	MIN
85	0,54	10,98	1,13	2,83	17,83	MAX
	0,22	5,30	0,72	1,19	4,72	MIN
86	0,28	8,46	0,99	0,68	22,42	MAX
	0,11	4,18	0,67	-0,54	7,80	MIN
87	0,18	6,18	0,82	-1,15	24,92	MAX
	0,03	1,57	0,58	-3,27	9,72	MIN
88	0,16	3,92	0,54	-2,89	24,44	MAX
	0,06	-2,22	0,41	-6,06	10,22	MIN
89	0,19	1,84	0,14	-4,12	21,34	MAX
	0,14	-5,64	0,04	-8,46	9,30	MIN
90	0,17	0,18	-0,22	-4,71	16,49	MAX
	0,13	-8,27	-0,60	-9,61	7,36	MIN
91	0,03	-1,03	1,22	9,22	11,26	MAX
	-0,08	-10,09	0,58	4,52	5,22	MIN
92	0,22	-0,85	0,93	4,02	26,82	MAX
	0,13	-9,75	0,43	1,88	12,44	MIN
93	-0,60	-1,87	1,73	21,16	6,37	MAX
	-1,41	-11,45	0,83	10,69	2,85	MIN
94	-2,01	-3,27	2,18	40,52	0,36	MAX
	-4,25	-13,79	1,09	20,79	-1,33	MIN
95	-6,37	-6,13	2,44	35,14	-11,10	MAX
	-12,74	-18,65	1,24	18,10	-20,98	MIN
96	-7,11	-2,60	0,00	0,00	-73,47	MAX

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine

Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
 PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 73 di 140

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	-14,19	-12,60	0,00	0,00	-141,09	MIN
97	-6,37	-6,13	-1,24	-18,10	-11,10	MAX
	-12,74	-18,65	-2,44	-35,14	-20,98	MIN
98	-2,01	-3,27	-1,09	-20,79	0,36	MAX
	-4,25	-13,79	-2,18	-40,52	-1,33	MIN
99	-0,60	-1,87	-0,83	-10,69	6,37	MAX
	-1,41	-11,45	-1,73	-21,16	2,85	MIN
100	0,03	-1,03	-0,58	-4,52	11,26	MAX
	-0,08	-10,09	-1,22	-9,22	5,22	MIN
101	3,83	12,76	3,43	0,00	-23,39	MAX
	1,31	4,38	1,58	0,00	-40,04	MIN
102	0,32	13,78	1,96	6,80	-19,33	MAX
	0,15	5,64	0,99	2,74	-31,57	MIN
103	0,16	12,61	0,94	4,51	-4,34	MAX
	0,06	5,62	0,58	1,94	-15,59	MIN
104	0,07	10,64	0,64	2,43	9,11	MAX
	0,02	5,13	0,44	1,06	-3,42	MIN
105	0,08	8,30	0,43	0,90	18,35	MAX
	0,03	4,09	0,32	0,28	2,59	MIN
106	0,10	6,15	0,25	-0,09	24,29	MAX
	0,06	1,59	0,16	-1,13	6,75	MIN
107	0,18	4,00	0,11	-0,96	27,59	MAX
	0,11	-2,05	-0,04	-2,40	9,56	MIN
108	0,27	1,99	-0,06	-1,55	28,77	MAX
	0,15	-5,35	-0,32	-3,39	11,26	MIN
109	0,30	0,40	-0,25	-1,85	28,28	MAX
	0,17	-7,87	-0,63	-3,98	12,10	MIN
110	0,22	-0,85	-0,43	-1,88	26,82	MAX
	0,13	-9,75	-0,93	-4,02	12,44	MIN
111	-0,15	-1,72	1,54	7,51	7,65	MAX
	-0,41	-10,95	0,77	3,65	3,87	MIN
112	0,06	-1,60	1,08	3,65	25,23	MAX
	0,04	-10,74	0,54	1,70	12,64	MIN
113	-0,89	-2,15	2,25	15,34	1,92	MAX
	-1,95	-11,64	1,14	7,68	0,32	MIN
114	-2,47	-2,77	2,50	19,49	-3,43	MAX
	-5,12	-12,65	1,27	9,91	-8,29	MIN
115	-4,06	-2,43	1,98	14,65	-15,14	MAX
	-8,26	-12,03	1,01	7,50	-29,27	MIN
116	-4,81	-2,17	0,00	0,00	-18,28	MAX
	-9,73	-11,58	0,00	0,00	-35,33	MIN
117	-4,06	-2,43	-1,01	-7,50	-15,14	MAX
	-8,26	-12,03	-1,98	-14,65	-29,27	MIN
118	-2,47	-2,77	-1,27	-9,91	-3,43	MAX
	-5,12	-12,65	-2,50	-19,49	-8,29	MIN
119	-0,89	-2,15	-1,14	-7,68	1,92	MAX
	-1,95	-11,64	-2,25	-15,34	0,32	MIN
120	-0,15	-1,72	-0,77	-3,65	7,65	MAX
	-0,41	-10,95	-1,54	-7,51	3,87	MIN
121	0,06	-1,60	-0,54	-1,70	25,23	MAX
	0,04	-10,74	-1,08	-3,65	12,64	MIN
122	-0,28	-2,16	1,50	5,70	6,72	MAX
	-0,65	-11,40	0,78	2,73	3,85	MIN
123	-0,03	-2,12	1,05	3,13	23,98	MAX
	-0,09	-11,31	0,55	1,44	12,92	MIN
124	-1,01	-2,23	2,05	9,74	1,81	MAX
	-2,18	-11,46	1,06	4,80	-0,75	MIN
125	-2,04	-2,12	1,98	10,68	-2,00	MAX
	-4,26	-11,22	1,03	5,36	-6,90	MIN
126	-2,99	-1,85	1,26	7,11	-5,81	MAX
	-6,15	-10,73	0,65	3,60	-13,15	MIN
127	-3,37	-1,69	0,00	0,00	-7,58	MAX
	-6,92	-10,44	0,00	0,00	-16,38	MIN
128	-2,99	-1,85	-0,65	-3,60	-5,81	MAX
	-6,15	-10,73	-1,26	-7,11	-13,15	MIN
129	-2,04	-2,12	-1,03	-5,36	-2,00	MAX
	-4,26	-11,22	-1,98	-10,68	-6,90	MIN
130	-1,01	-2,23	-1,06	-4,80	1,81	MAX
	-2,18	-11,46	-2,05	-9,74	-0,75	MIN
131	-0,28	-2,16	-0,78	-2,73	6,72	MAX
	-0,65	-11,40	-1,50	-5,70	3,85	MIN
132	-0,03	-2,12	-0,55	-1,44	23,98	MAX
	-0,09	-11,31	-1,05	-3,13	12,92	MIN
133	-0,35	-2,70	1,19	4,49	8,11	MAX
	-0,76	-11,98	0,65	2,12	4,97	MIN
134	-0,08	-2,70	0,89	2,75	23,12	MAX
	-0,17	-11,98	0,49	1,27	13,30	MIN
135	-0,98	-2,54	1,52	6,81	4,10	MAX
	-2,09	-11,67	0,82	3,31	1,16	MIN
136	-1,75	-2,29	1,32	6,72	1,74	MAX
	-3,68	-11,20	0,70	3,32	-1,82	MIN
137	-2,39	-2,04	0,79	4,20	0,17	MAX
	-4,97	-10,72	0,41	2,10	-4,45	MIN
138	-2,64	-1,92	0,00	0,00	-0,46	MAX
	-5,47	-10,51	0,00	0,00	-5,51	MIN
139	-2,39	-2,04	-0,41	-2,10	0,17	MAX
	-4,97	-10,72	-0,79	-4,20	-4,45	MIN
140	-1,75	-2,29	-0,70	-3,32	1,74	MAX
	-3,68	-11,20	-1,32	-6,72	-1,82	MIN
141	-0,98	-2,54	-0,82	-3,31	4,10	MAX
	-2,09	-11,67	-1,52	-6,81	1,16	MIN
142	-0,35	-2,70	-0,65	-2,12	8,11	MAX

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
 SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 74 di 140

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	-0,76	-11,98	-1,19	-4,49	4,97	MIN
143	-0,08	-2,70	-0,49	-1,27	23,12	MAX
	-0,17	-11,98	-0,89	-2,75	13,30	MIN
144	-0,38	-3,53	0,81	4,08	10,78	MAX
	-0,81	-13,08	0,44	1,93	6,69	MIN
145	-0,10	-3,54	0,65	2,65	22,38	MAX
	-0,21	-13,10	0,39	1,23	13,63	MIN
146	-0,98	-3,30	0,98	5,77	8,53	MAX
	-2,06	-12,64	0,50	2,79	4,36	MIN
147	-1,66	-3,01	0,78	5,35	7,68	MAX
	-3,47	-12,10	0,38	2,63	3,22	MIN
148	-2,20	-2,76	0,43	3,22	7,11	MAX
	-4,57	-11,64	0,20	1,60	2,40	MIN
149	-2,41	-2,66	0,00	0,00	6,88	MAX
	-4,98	-11,45	0,00	0,00	2,08	MIN
150	-2,20	-2,76	-0,20	-1,60	7,11	MAX
	-4,57	-11,64	-0,43	-3,22	2,40	MIN
151	-1,66	-3,01	-0,38	-2,63	7,68	MAX
	-3,47	-12,10	-0,78	-5,35	3,22	MIN
152	-0,98	-3,30	-0,50	-2,79	8,53	MAX
	-2,06	-12,64	-0,98	-5,77	4,36	MIN
153	-0,38	-3,53	-0,44	-1,93	10,78	MAX
	-0,81	-13,08	-0,81	-4,08	6,69	MIN
154	-0,10	-3,54	-0,39	-1,23	22,38	MAX
	-0,21	-13,10	-0,65	-2,65	13,63	MIN
155	-0,41	-4,74	0,43	4,38	13,69	MAX
	-0,87	-14,84	0,21	2,11	8,48	MIN
156	-0,10	-4,75	0,43	2,86	21,27	MAX
	-0,22	-14,86	0,27	1,36	13,66	MIN
157	-1,06	-4,49	0,43	6,17	13,20	MAX
	-2,21	-14,38	0,16	3,02	7,81	MIN
158	-1,80	-4,19	0,26	5,71	14,18	MAX
	-3,71	-13,82	-0,02	2,83	8,08	MIN
159	-2,38	-3,93	0,11	3,44	15,22	MAX
	-4,87	-13,33	-0,07	1,71	8,52	MIN
160	-2,59	-3,83	0,00	0,00	15,65	MAX
	-5,30	-13,14	0,00	0,00	8,71	MIN
161	-2,38	-3,93	0,07	-1,71	15,22	MAX
	-4,87	-13,33	-0,11	-3,44	8,52	MIN
162	-1,80	-4,19	0,02	-2,83	14,18	MAX
	-3,71	-13,82	-0,26	-5,71	8,08	MIN
163	-1,06	-4,49	-0,16	-3,02	13,20	MAX
	-2,21	-14,38	-0,43	-6,17	7,81	MIN
164	-0,41	-4,74	-0,21	-2,11	13,69	MAX
	-0,87	-14,84	-0,43	-4,38	8,48	MIN
165	-0,10	-4,75	-0,27	-1,36	21,27	MAX
	-0,22	-14,86	-0,43	-2,86	13,66	MIN
166	-0,45	-6,31	0,07	5,43	15,81	MAX
	-0,93	-17,24	-0,22	2,68	9,81	MIN
167	-0,10	-6,29	0,22	3,38	19,27	MAX
	-0,21	-17,21	0,09	1,65	13,12	MIN
168	-1,23	-6,11	-0,09	8,10	17,31	MAX
	-2,51	-16,87	-0,57	4,04	10,32	MIN
169	-2,17	-5,83	-0,24	7,91	20,66	MAX
	-4,39	-16,33	-0,75	3,97	12,01	MIN
170	-2,93	-5,54	-0,20	4,92	24,03	MAX
	-5,90	-15,79	-0,54	2,48	13,74	MIN
171	-3,22	-5,41	0,00	0,00	25,40	MAX
	-6,48	-15,55	0,00	0,00	14,45	MIN
172	-2,93	-5,54	0,54	-2,48	24,03	MAX
	-5,90	-15,79	0,20	-4,92	13,74	MIN
173	-2,17	-5,83	0,75	-3,97	20,66	MAX
	-4,39	-16,33	0,24	-7,91	12,01	MIN
174	-1,23	-6,11	0,57	-4,04	17,31	MAX
	-2,51	-16,87	0,09	-8,10	10,32	MIN
175	-0,45	-6,31	0,22	-2,68	15,81	MAX
	-0,93	-17,24	-0,07	-5,43	9,81	MIN
176	-0,10	-6,29	-0,09	-1,65	19,27	MAX
	-0,21	-17,21	-0,22	-3,38	13,12	MIN
177	-0,45	-8,11	-0,15	7,35	16,00	MAX
	-0,91	-20,04	-0,63	3,69	10,08	MIN
178	-0,07	-8,04	0,08	4,19	15,90	MAX
	-0,14	-19,91	-0,14	2,09	11,76	MIN
179	-1,43	-8,12	-0,45	12,15	19,52	MAX
	-2,87	-20,07	-1,24	6,14	11,60	MIN
180	-2,75	-7,95	-0,67	13,06	26,96	MAX
	-5,47	-19,76	-1,56	6,64	15,38	MIN
181	-3,92	-7,64	-0,51	8,62	34,95	MAX
	-7,78	-19,17	-1,12	4,39	19,48	MIN
182	-4,39	-7,45	0,00	0,00	39,08	MAX
	-8,71	-18,81	0,00	0,00	21,60	MIN
183	-3,92	-7,64	1,12	-4,39	34,95	MAX
	-7,78	-19,17	0,51	-8,62	19,48	MIN
184	-2,75	-7,95	1,56	-6,64	26,96	MAX
	-5,47	-19,76	0,67	-13,06	15,38	MIN
185	-1,43	-8,12	1,24	-6,14	19,52	MAX
	-2,87	-20,07	0,45	-12,15	11,60	MIN
186	-0,45	-8,11	0,63	-3,69	16,00	MAX
	-0,91	-20,04	0,15	-7,35	10,08	MIN
187	-0,07	-8,04	0,14	-2,09	15,90	MAX
	-0,14	-19,91	-0,08	-4,19	11,76	MIN
188	-0,36	-9,89	-0,23	9,95	13,06	MAX

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 75 di 140

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	-0,72	-22,78	-0,77	5,06	8,68	MIN
189	0,01	-9,73	0,02	5,14	11,67	MAX
	-0,01	-22,48	-0,26	2,60	9,40	MIN
190	-1,43	-10,26	-0,63	19,33	17,69	MAX
	-2,84	-23,50	-1,57	9,86	10,75	MIN
191	-3,47	-10,84	-1,03	23,92	28,41	MAX
	-6,84	-24,62	-2,24	12,23	16,21	MIN
192	-5,45	-10,43	-0,98	17,78	53,93	MAX
	-10,71	-23,84	-2,01	9,10	29,30	MIN
193	-6,37	-10,14	0,00	0,00	61,21	MAX
	-12,51	-23,29	0,00	0,00	33,03	MIN
194	-5,45	-10,43	2,01	-9,10	53,93	MAX
	-10,71	-23,84	0,98	-17,78	29,30	MIN
195	-3,47	-10,84	2,24	-12,23	28,41	MAX
	-6,84	-24,62	1,03	-23,92	16,21	MIN
196	-1,43	-10,26	1,57	-9,86	17,69	MAX
	-2,84	-23,50	0,63	-19,33	10,75	MIN
197	-0,36	-9,89	0,77	-5,06	13,06	MAX
	-0,72	-22,78	0,23	-9,95	8,68	MIN
198	0,01	-9,73	0,26	-2,60	11,67	MAX
	-0,01	-22,48	-0,02	-5,14	9,40	MIN
199	-0,22	-11,27	-0,11	12,42	6,58	MAX
	-0,43	-24,73	-0,54	6,35	5,02	MIN
200	0,17	-11,02	0,04	5,92	7,65	MAX
	0,09	-24,28	-0,21	3,02	4,37	MIN
201	-1,23	-12,04	-0,40	26,79	9,94	MAX
	-2,42	-26,22	-1,12	13,72	6,83	MIN
202	-3,15	-13,43	-0,91	49,26	18,92	MAX
	-6,16	-28,89	-1,99	25,24	11,39	MIN
203	-8,42	-16,39	-1,30	42,28	42,92	MAX
	-16,44	-34,55	-2,61	21,67	23,70	MIN
204	-9,34	-12,62	0,00	0,00	184,42	MAX
	-18,26	-27,36	0,00	0,00	96,23	MIN
205	-8,42	-16,39	2,61	-21,67	42,92	MAX
	-16,44	-34,55	1,30	-42,28	23,70	MIN
206	-3,15	-13,43	1,99	-25,24	18,92	MAX
	-6,16	-28,89	0,91	-49,26	11,39	MIN
207	-1,23	-12,04	1,12	-13,72	9,94	MAX
	-2,42	-26,22	0,40	-26,79	6,83	MIN
208	-0,22	-11,27	0,54	-6,35	6,58	MAX
	-0,43	-24,73	0,11	-12,42	5,02	MIN
209	0,17	-11,02	0,21	-3,02	7,65	MAX
	0,09	-24,28	-0,04	-5,92	4,37	MIN
210	-0,15	-11,88	0,16	13,33	1,36	MAX
	-0,28	-25,24	0,00	6,85	-2,26	MIN
211	0,25	-11,61	0,13	6,19	3,64	MAX
	0,13	-24,71	-0,03	3,19	-2,97	MIN
212	-1,08	-12,83	0,19	30,66	0,93	MAX
	-2,09	-27,06	0,02	15,73	-2,21	MIN
213	-2,90	-14,69	0,14	55,99	0,85	MAX
	-5,63	-30,63	0,03	28,71	-2,25	MIN
214	-4,67	-17,56	0,08	183,13	1,28	MAX
	-9,09	-36,18	0,04	93,88	-1,41	MIN
215	-26,21	-34,46	0,00	0,00	-1,42	MAX
	-51,11	-69,16	0,00	0,00	-6,56	MIN
216	-4,67	-17,56	-0,04	-93,88	1,28	MAX
	-9,09	-36,18	-0,08	-183,13	-1,41	MIN
217	-2,90	-14,69	-0,03	-28,71	0,85	MAX
	-5,63	-30,63	-0,14	-55,99	-2,25	MIN
218	-1,08	-12,83	-0,02	-15,73	0,93	MAX
	-2,09	-27,06	-0,19	-30,66	-2,21	MIN
219	-0,15	-11,88	0,00	-6,85	1,36	MAX
	-0,28	-25,24	-0,16	-13,33	-2,26	MIN
220	0,25	-11,61	0,03	-3,19	3,64	MAX
	0,13	-24,71	-0,13	-6,19	-2,97	MIN
221	-0,20	-11,60	0,54	12,29	-3,35	MAX
	-0,37	-24,09	0,39	6,35	-11,04	MIN
222	0,19	-11,36	0,22	5,79	-0,33	MAX
	0,09	-23,63	0,16	3,00	-10,06	MIN
223	-1,19	-12,40	1,16	26,80	-5,51	MAX
	-2,28	-25,64	0,71	13,78	-14,36	MIN
224	-3,06	-13,84	2,04	50,24	-10,28	MAX
	-5,91	-28,41	1,13	25,78	-23,34	MIN
225	-8,39	-16,88	2,69	45,73	-22,79	MAX
	-16,30	-34,36	1,42	23,46	-47,62	MIN
226	-9,67	-13,43	0,00	0,00	-99,18	MAX
	-18,79	-27,64	0,00	0,00	-196,65	MIN
227	-8,39	-16,88	-1,42	-23,46	-22,79	MAX
	-16,30	-34,36	-2,69	-45,73	-47,62	MIN
228	-3,06	-13,84	-1,13	-25,78	-10,28	MAX
	-5,91	-28,41	-2,04	-50,24	-23,34	MIN
229	-1,19	-12,40	-0,71	-13,78	-5,51	MAX
	-2,28	-25,64	-1,16	-26,80	-14,36	MIN
230	-0,20	-11,60	-0,39	-6,35	-3,35	MAX
	-0,37	-24,09	-0,54	-12,29	-11,04	MIN
231	0,19	-11,36	-0,16	-3,00	-0,33	MAX
	0,09	-23,63	-0,22	-5,79	-10,06	MIN
232	-0,32	-10,58	0,84	9,75	-6,99	MAX
	-0,59	-21,57	0,54	5,07	-17,67	MIN
233	0,05	-10,41	0,26	4,89	-3,85	MAX
	0,02	-21,25	0,21	2,56	-16,09	MIN
234	-1,34	-11,02	1,71	19,58	-9,92	MAX

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)





STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 76 di 140

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	-2,55	-22,43	0,99	10,11	-22,51	MIN
235	-3,38	-11,72	2,43	25,27	-15,76	MAX
	-6,50	-23,80	1,32	13,00	-33,71	MIN
236	-5,50	-11,45	2,20	19,22	-29,94	MAX
	-10,62	-23,29	1,16	9,88	-61,37	MIN
237	-6,47	-11,10	0,00	0,00	-35,09	MAX
	-12,49	-22,60	0,00	0,00	-71,42	MIN
238	-5,50	-11,45	-1,16	-9,88	-29,94	MAX
	-10,62	-23,29	-2,20	-19,22	-61,37	MIN
239	-3,38	-11,72	-1,32	-13,00	-15,76	MAX
	-6,50	-23,80	-2,43	-25,27	-33,71	MIN
240	-1,34	-11,02	-0,99	-10,11	-9,92	MAX
	-2,55	-22,43	-1,71	-19,58	-22,51	MIN
241	-0,32	-10,58	-0,54	-5,07	-6,99	MAX
	-0,59	-21,57	-0,84	-9,75	-17,67	MIN
242	0,05	-10,41	-0,21	-2,56	-3,85	MAX
	0,02	-21,25	-0,26	-4,89	-16,09	MIN
243	-0,39	-9,09	0,82	6,93	-9,09	MAX
	-0,71	-18,20	0,52	3,65	-21,25	MIN
244	-0,04	-9,01	0,22	3,77	-6,64	MAX
	-0,07	-18,04	0,17	2,01	-20,53	MIN
245	-1,32	-9,20	1,57	12,07	-11,66	MAX
	-2,48	-18,42	0,91	6,29	-25,48	MIN
246	-2,62	-9,15	1,93	13,53	-16,08	MAX
	-4,99	-18,34	1,06	7,01	-34,04	MIN
247	-3,83	-8,88	1,38	9,18	-21,01	MAX
	-7,32	-17,84	0,74	4,74	-43,65	MIN
248	-4,33	-8,70	0,00	0,00	-23,46	MAX
	-8,28	-17,50	0,00	0,00	-48,44	MIN
249	-3,83	-8,88	-0,74	-4,74	-21,01	MAX
	-7,32	-17,84	-1,38	-9,18	-43,65	MIN
250	-2,62	-9,15	-1,06	-7,01	-16,08	MAX
	-4,99	-18,34	-1,93	-13,53	-34,04	MIN
251	-1,32	-9,20	-0,91	-6,29	-11,66	MAX
	-2,48	-18,42	-1,57	-12,07	-25,48	MIN
252	-0,39	-9,09	-0,52	-3,65	-9,09	MAX
	-0,71	-18,20	-0,82	-6,93	-21,25	MIN
253	-0,04	-9,01	-0,17	-2,01	-6,64	MAX
	-0,07	-18,04	-0,22	-3,77	-20,53	MIN
254	-0,37	-7,44	0,60	4,56	-9,76	MAX
	-0,67	-14,59	0,39	2,45	-22,00	MIN
255	-0,07	-7,41	0,14	2,68	-8,56	MAX
	-0,13	-14,54	0,07	1,47	-23,14	MIN
256	-1,06	-7,35	1,13	7,26	-11,48	MAX
	-1,95	-14,43	0,67	3,84	-24,73	MIN
257	-1,91	-7,17	1,29	7,45	-13,88	MAX
	-3,57	-14,10	0,72	3,90	-29,36	MIN
258	-2,63	-6,94	0,87	4,78	-16,19	MAX
	-4,94	-13,68	0,48	2,49	-33,86	MIN
259	-2,91	-6,83	0,00	0,00	-17,14	MAX
	-5,48	-13,47	0,00	0,00	-35,72	MIN
260	-2,63	-6,94	-0,48	-2,49	-16,19	MAX
	-4,94	-13,68	-0,87	-4,78	-33,86	MIN
261	-1,91	-7,17	-0,72	-3,90	-13,88	MAX
	-3,57	-14,10	-1,29	-7,45	-29,36	MIN
262	-1,06	-7,35	-0,67	-3,84	-11,48	MAX
	-1,95	-14,43	-1,13	-7,26	-24,73	MIN
263	-0,37	-7,44	-0,39	-2,45	-9,76	MAX
	-0,67	-14,59	-0,60	-4,56	-22,00	MIN
264	-0,07	-7,41	-0,07	-1,47	-8,56	MAX
	-0,13	-14,54	-0,14	-2,68	-23,14	MIN
265	-0,29	-5,85	0,32	2,85	-9,47	MAX
	-0,50	-11,16	0,22	1,59	-20,80	MIN
266	-0,07	-5,85	0,04	1,75	-9,62	MAX
	-0,12	-11,17	-0,08	1,00	-23,93	MIN
267	-0,76	-5,72	0,68	4,28	-10,41	MAX
	-1,36	-10,92	0,43	2,33	-22,16	MIN
268	-1,32	-5,54	0,80	4,18	-11,72	MAX
	-2,38	-10,59	0,46	2,24	-24,66	MIN
269	-1,75	-5,37	0,53	2,59	-12,87	MAX
	-3,20	-10,27	0,30	1,37	-26,91	MIN
270	-1,92	-5,29	0,00	0,00	-13,33	MAX
	-3,52	-10,14	0,00	0,00	-27,81	MIN
271	-1,75	-5,37	-0,30	-1,37	-12,87	MAX
	-3,20	-10,27	-0,53	-2,59	-26,91	MIN
272	-1,32	-5,54	-0,46	-2,24	-11,72	MAX
	-2,38	-10,59	-0,80	-4,18	-24,66	MIN
273	-0,76	-5,72	-0,43	-2,33	-10,41	MAX
	-1,36	-10,92	-0,68	-4,28	-22,16	MIN
274	-0,29	-5,85	-0,22	-1,59	-9,47	MAX
	-0,50	-11,16	-0,32	-2,85	-20,80	MIN
275	-0,07	-5,85	0,08	-1,00	-9,62	MAX
	-0,12	-11,17	-0,04	-1,75	-23,93	MIN
276	-0,20	-4,42	0,13	1,62	-8,66	MAX
	-0,32	-8,11	0,06	0,97	-18,52	MIN
277	-0,05	-4,43	-0,03	1,00	-9,92	MAX
	-0,08	-8,15	-0,19	0,63	-23,12	MIN
278	-0,50	-4,30	0,34	2,40	-9,08	MAX
	-0,84	-7,91	0,22	1,38	-18,97	MIN
279	-0,85	-4,16	0,44	2,30	-9,81	MAX
	-1,45	-7,66	0,27	1,28	-20,35	MIN
280	-1,11	-4,04	0,31	1,41	-10,43	MAX

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)





STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 77 di 140

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	-1,94	-7,44	0,18	0,77	-21,55	MIN
281	-1,21	-3,99	0,00	0,00	-10,67	MAX
	-2,12	-7,35	0,00	0,00	-22,02	MIN
282	-1,11	-4,04	-0,18	-0,77	-10,43	MAX
	-1,94	-7,44	-0,31	-1,41	-21,55	MIN
283	-0,85	-4,16	-0,27	-1,28	-9,81	MAX
	-1,45	-7,66	-0,44	-2,30	-20,35	MIN
284	-0,50	-4,30	-0,22	-1,38	-9,08	MAX
	-0,84	-7,91	-0,34	-2,40	-18,97	MIN
285	-0,20	-4,42	-0,06	-0,97	-8,66	MAX
	-0,32	-8,11	-0,13	-1,62	-18,52	MIN
286	-0,05	-4,43	0,19	-0,63	-9,92	MAX
	-0,08	-8,15	0,03	-1,00	-23,12	MIN
287	-0,11	-3,17	0,03	0,73	-7,63	MAX
	-0,15	-5,54	-0,05	0,52	-15,71	MIN
288	-0,03	-3,19	-0,08	0,41	-9,57	MAX
	-0,04	-5,58	-0,24	0,33	-20,96	MIN
289	-0,28	-3,09	0,12	1,17	-7,73	MAX
	-0,41	-5,41	0,06	0,74	-15,65	MIN
290	-0,48	-3,00	0,22	1,17	-8,15	MAX
	-0,74	-5,23	0,13	0,69	-16,43	MIN
291	-0,64	-2,91	0,16	0,72	-8,50	MAX
	-1,01	-5,09	0,10	0,42	-17,11	MIN
292	-0,70	-2,88	0,00	0,00	-8,64	MAX
	-1,12	-5,03	0,00	0,00	-17,37	MIN
293	-0,64	-2,91	-0,10	-0,42	-8,50	MAX
	-1,01	-5,09	-0,16	-0,72	-17,11	MIN
294	-0,48	-3,00	-0,13	-0,69	-8,15	MAX
	-0,74	-5,23	-0,22	-1,17	-16,43	MIN
295	-0,28	-3,09	-0,06	-0,74	-7,73	MAX
	-0,41	-5,41	-0,12	-1,17	-15,65	MIN
296	-0,11	-3,17	0,05	-0,52	-7,63	MAX
	-0,15	-5,54	-0,03	-0,73	-15,71	MIN
297	-0,03	-3,19	0,24	-0,33	-9,57	MAX
	-0,04	-5,58	0,08	-0,41	-20,96	MIN
298	-0,01	-2,12	-0,03	0,21	-6,52	MAX
	-0,04	-3,44	-0,12	0,09	-12,68	MIN
299	-0,01	-2,14	-0,10	0,11	-8,71	MAX
	-0,01	-3,50	-0,25	-0,04	-17,73	MIN
300	-0,09	-2,08	0,03	0,34	-6,46	MAX
	-0,13	-3,38	-0,03	0,26	-12,39	MIN
301	-0,18	-2,02	0,08	0,44	-6,71	MAX
	-0,23	-3,28	0,04	0,31	-12,84	MIN
302	-0,27	-1,96	0,08	0,30	-6,93	MAX
	-0,34	-3,19	0,05	0,20	-13,24	MIN
303	-0,30	-1,94	0,00	0,00	-7,01	MAX
	-0,39	-3,16	0,00	0,00	-13,39	MIN
304	-0,27	-1,96	-0,05	-0,20	-6,93	MAX
	-0,34	-3,19	-0,08	-0,30	-13,24	MIN
305	-0,18	-2,02	-0,04	-0,31	-6,71	MAX
	-0,23	-3,28	-0,08	-0,44	-12,84	MIN
306	-0,09	-2,08	0,03	-0,26	-6,46	MAX
	-0,13	-3,38	-0,03	-0,34	-12,39	MIN
307	-0,01	-2,12	0,12	-0,09	-6,52	MAX
	-0,04	-3,44	0,03	-0,21	-12,68	MIN
308	-0,01	-2,14	0,25	0,04	-8,71	MAX
	-0,01	-3,50	0,10	-0,11	-17,73	MIN
309	0,10	-1,25	-0,04	-0,07	-5,43	MAX
	0,02	-1,85	-0,12	-0,38	-9,57	MIN
310	0,02	-1,27	-0,10	-0,09	-7,45	MAX
	0,00	-1,88	-0,21	-0,38	-13,70	MIN
311	0,16	-1,23	-0,01	0,01	-5,33	MAX
	0,02	-1,84	-0,06	-0,24	-9,26	MIN
312	0,16	-1,20	0,03	0,08	-5,49	MAX
	-0,01	-1,81	0,00	-0,04	-9,53	MIN
313	0,13	-1,17	0,03	0,07	-5,61	MAX
	-0,04	-1,78	0,02	0,01	-9,76	MIN
314	0,12	-1,16	0,00	0,00	-5,66	MAX
	-0,06	-1,77	0,00	0,00	-9,84	MIN
315	0,13	-1,17	-0,02	-0,01	-5,61	MAX
	-0,04	-1,78	-0,03	-0,07	-9,76	MIN
316	0,16	-1,20	0,00	0,04	-5,49	MAX
	-0,01	-1,81	-0,03	-0,08	-9,53	MIN
317	0,16	-1,23	0,06	0,24	-5,33	MAX
	0,02	-1,84	0,01	-0,01	-9,26	MIN
318	0,10	-1,25	0,12	0,38	-5,43	MAX
	0,02	-1,85	0,04	0,07	-9,57	MIN
319	0,02	-1,27	0,21	0,38	-7,45	MAX
	0,00	-1,88	0,10	0,09	-13,70	MIN
320	0,18	-0,55	-0,03	-0,30	-4,39	MAX
	0,07	-0,82	-0,07	-0,71	-6,59	MIN
321	0,06	-0,54	-0,07	-0,26	-5,79	MAX
	0,02	-0,82	-0,13	-0,60	-9,05	MIN
322	0,34	-0,55	-0,01	-0,25	-4,36	MAX
	0,14	-0,84	-0,04	-0,65	-6,52	MIN
323	0,43	-0,54	0,01	-0,10	-4,45	MAX
	0,17	-0,83	-0,01	-0,32	-6,66	MIN
324	0,46	-0,52	0,01	-0,02	-4,50	MAX
	0,17	-0,81	0,00	-0,11	-6,74	MIN
325	0,46	-0,52	0,00	0,00	-4,52	MAX
	0,16	-0,80	0,00	0,00	-6,76	MIN
326	0,46	-0,52	0,00	0,11	-4,50	MAX

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 78 di 140

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	0,17	-0,81	-0,01	0,02	-6,74	MIN
327	0,43	-0,54	0,01	0,32	-4,45	MAX
	0,17	-0,83	-0,01	0,10	-6,66	MIN
328	0,34	-0,55	0,04	0,65	-4,36	MAX
	0,14	-0,84	0,01	0,25	-6,52	MIN
329	0,18	-0,55	0,07	0,71	-4,39	MAX
	0,07	-0,82	0,03	0,30	-6,59	MIN
330	0,06	-0,54	0,13	0,60	-5,79	MAX
	0,02	-0,82	0,07	0,26	-9,05	MIN
331	0,25	-0,02	-0,01	-0,68	-3,90	MAX
	0,14	-0,03	-0,03	-1,23	-5,94	MIN
332	0,08	0,03	-0,04	-0,69	-4,86	MAX
	0,04	0,01	-0,07	-1,19	-7,49	MIN
333	0,48	-0,02	0,00	-0,51	-3,93	MAX
	0,26	-0,03	-0,02	-0,97	-5,98	MIN
334	0,61	-0,01	0,01	-0,25	-3,98	MAX
	0,32	-0,01	0,00	-0,50	-6,07	MIN
335	0,66	0,00	0,01	-0,11	-4,00	MAX
	0,33	0,00	0,00	-0,21	-6,10	MIN
336	0,66	0,01	0,00	0,00	-4,00	MAX
	0,33	0,00	0,00	0,00	-6,11	MIN
337	0,66	0,00	0,00	0,21	-4,00	MAX
	0,33	0,00	-0,01	0,11	-6,10	MIN
338	0,61	-0,01	0,00	0,50	-3,98	MAX
	0,32	-0,01	-0,01	0,25	-6,07	MIN
339	0,48	-0,02	0,02	0,97	-3,93	MAX
	0,26	-0,03	0,00	0,51	-5,98	MIN
340	0,25	-0,02	0,03	1,23	-3,90	MAX
	0,14	-0,03	0,01	0,68	-5,94	MIN
341	0,08	0,03	0,07	1,19	-4,86	MAX
	0,04	0,01	0,04	0,69	-7,49	MIN

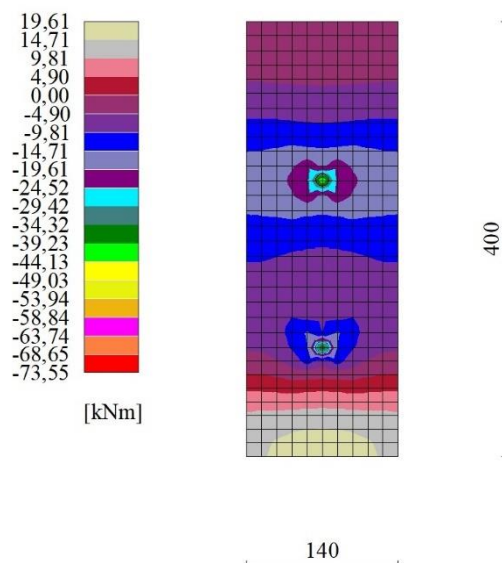
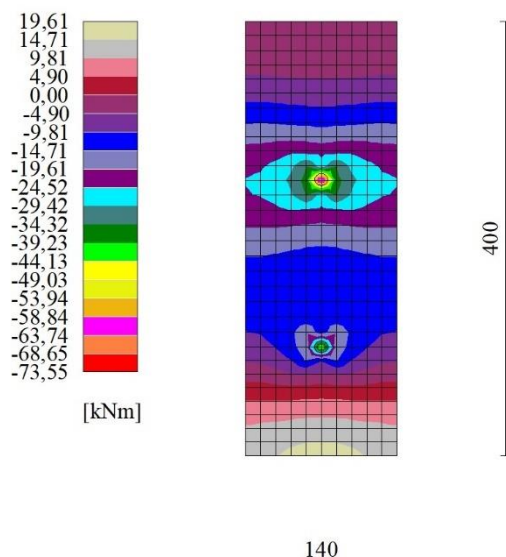
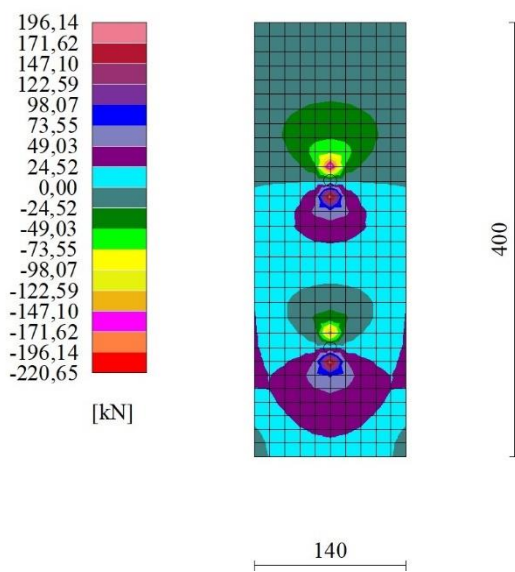


Fig. 9 - Piastra paramento - Momento  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 1)

Fig. 10 - Piastra paramento - Momento  $M_{y_{\min}}$  (Combinazione n° 2)Fig. 11 - Piastra paramento - Taglio  $T_y$  (Combinazione n° 2)

### Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-1,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1,46	0,00	0,00	1,53	3,30	0,07	0,15
3	-1,37	0,00	0,00	3,00	6,32	0,27	0,59
4	-1,28	0,00	0,00	4,41	9,07	0,61	1,28
5	-1,19	0,00	0,00	5,92	11,69	1,07	2,21
6	-1,10	0,00	0,00	8,54	15,22	1,72	3,42
7	-1,01	0,00	0,00	11,11	18,48	2,60	4,94
8	-0,92	0,00	0,00	13,62	21,46	3,72	6,74
9	-0,83	0,00	0,00	16,07	24,17	5,05	8,80
10	-0,74	0,00	0,00	18,46	26,60	6,61	11,08
11	-0,65	0,00	0,00	20,80	28,76	8,37	13,58

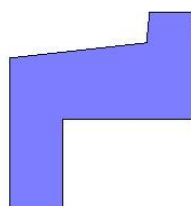


STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 80 di 140



120

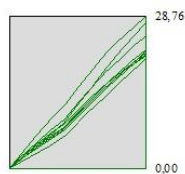
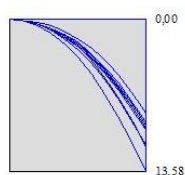


Fig. 12 - Fondazione

## Verifiche strutturali

### Verifiche a flessione

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

n°	indice sezione
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espresso in [cmq]
M	momento agente espresso in [kNm]
N	sforzo normale agente espresso in [kN]
Mrd	momento resistente espresso in [kNm]
Nrd	sforzo normale resistente espresso in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi, Afs	area ferri inferiori e superiori, espresso in [cmq]
Mp, Mn	momento positivo e negativo agente espresso in [kNm]
Mrd	momento resistente espresso in [kNm]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

## Paramento

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	Mrd [kNm]	FS
1-1-P	4,52	4,52	0,33	-0,01	46,01	100.000 (1)
1-2-P	4,52	4,52	1,03	-0,26	46,01	34.184 (1)

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 81 di 140

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	Mrd [kNm]	FS
1-3-P	4,52	4,52	1,11	-2,19	-46,01	11.995 (2)
1-4-P	4,52	4,52	1,09	-6,31	-46,01	4.512 (2)
1-5-P	4,52	4,52	1,11	-2,19	-46,01	11.995 (2)
1-6-P	4,52	4,52	1,03	-0,26	46,01	34.184 (1)
1-7-P	4,52	4,52	0,33	-0,01	46,01	100.000 (1)
2-1-P	5,65	5,65	0,09	-0,13	56,83	100.000 (1)
2-2-P	5,65	5,65	0,00	-1,50	-56,83	37.948 (2)
2-3-P	5,65	5,65	0,00	-5,00	-56,83	11.361 (2)
2-4-P	5,65	5,65	0,00	-9,65	-56,83	5.892 (2)
2-5-P	5,65	5,65	0,00	-5,00	-56,83	11.361 (2)
2-6-P	5,65	5,65	0,00	-1,50	-56,83	37.948 (2)
2-7-P	5,65	5,65	0,09	-0,13	56,83	100.000 (1)
3-1-P	4,52	4,52	0,05	-0,03	46,01	100.000 (1)
3-2-P	4,52	4,52	0,00	-1,87	-46,01	24.666 (2)
3-3-P	4,52	4,52	0,00	-7,52	-46,01	6.114 (2)
3-4-P	4,52	4,52	0,00	-18,01	-46,01	2.555 (2)
3-5-P	4,52	4,52	0,00	-7,52	-46,01	6.114 (2)
3-6-P	4,52	4,52	0,00	-1,87	-46,01	24.666 (2)
3-7-P	4,52	4,52	0,05	-0,03	46,01	100.000 (1)
4-1-P	4,52	4,52	0,02	-0,04	46,01	100.000 (1)
4-2-P	4,52	4,52	0,08	-0,49	-46,01	93.229 (2)
4-3-P	4,52	4,52	0,11	-1,26	-46,01	36.370 (2)
4-4-P	4,52	4,52	0,10	-1,70	-46,01	27.004 (2)
4-5-P	4,52	4,52	0,11	-1,26	-46,01	36.370 (2)
4-6-P	4,52	4,52	0,08	-0,49	-46,01	93.229 (2)
4-7-P	4,52	4,52	0,02	-0,04	46,01	100.000 (1)
5-1-S	6,16	6,16	11,68	0,00	60,31	5.162 (1)
5-2-S	6,16	6,16	9,70	0,00	60,31	6.217 (1)
5-3-S	6,16	6,16	5,96	0,00	60,31	10.124 (4)
5-4-S	6,16	6,16	0,00	-2,48	-60,31	24.294 (2)
5-5-S	6,16	6,16	0,00	-10,62	-60,31	5.678 (2)
5-6-S	6,16	6,16	0,00	-8,38	-60,31	7.194 (2)
5-7-S	6,16	6,16	0,00	-7,89	-60,31	7.647 (2)
5-8-S	6,16	6,16	0,00	-9,08	-60,31	6.646 (2)
5-9-S	6,16	6,16	0,00	-11,88	-60,31	5.076 (2)
5-10-S	6,16	6,16	0,00	-16,28	-60,31	3.705 (2)
5-11-S	6,16	6,16	0,00	-22,21	-60,31	2.716 (2)
5-12-S	6,16	6,16	0,00	-17,29	-60,31	3.488 (2)
5-13-S	6,16	6,16	0,00	-11,39	-60,31	5.294 (2)
5-14-S	6,16	6,16	0,00	-6,78	-60,31	8.891 (2)
5-15-S	6,16	6,16	0,00	-3,40	-60,31	17.758 (2)
5-16-S	6,16	6,16	0,00	-1,19	-60,31	50.518 (1)
5-17-S	6,16	6,16	0,00	-0,01	60,31	100.000 (1)
6-1-S	4,62	4,62	11,68	0,00	46,01	3.938 (1)
6-2-S	4,62	4,62	9,70	0,00	46,01	4.743 (1)
6-3-S	4,62	4,62	5,96	0,00	46,01	7.724 (4)
6-4-S	4,62	4,62	0,00	-2,48	-46,01	18.535 (2)
6-5-S	4,62	4,62	0,00	-10,62	-46,01	4.332 (2)
6-6-S	4,62	4,62	0,00	-8,38	-46,01	5.489 (2)
6-7-S	4,62	4,62	0,00	-7,89	-46,01	5.834 (2)
6-8-S	4,62	4,62	0,00	-9,08	-46,01	5.070 (2)
6-9-S	4,62	4,62	0,00	-11,88	-46,01	3.873 (2)
6-10-S	4,62	4,62	0,00	-16,28	-46,01	2.827 (2)
6-11-S	4,62	4,62	0,00	-22,21	-46,01	2.072 (2)
6-12-S	4,62	4,62	0,00	-17,29	-46,01	2.661 (2)
6-13-S	4,62	4,62	0,00	-11,39	-46,01	4.039 (2)
6-14-S	4,62	4,62	0,00	-6,78	-46,01	6.783 (2)
6-15-S	4,62	4,62	0,00	-3,40	-46,01	13.548 (2)
6-16-S	4,62	4,62	0,00	-1,19	-46,01	38.542 (1)
6-17-S	4,62	4,62	0,00	-0,01	46,01	100.000 (1)

## Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	41	10,05	10,05	0,15	0,00	135,53	0,00	901.269
3	100	42	10,05	10,05	0,59	0,00	139,24	0,00	237.967
4	100	43	10,05	10,05	1,28	0,00	142,96	0,00	111.716
5	100	44	10,05	10,05	2,21	0,00	146,68	0,00	66.370
6	100	45	10,05	10,05	3,42	0,00	150,42	0,00	43.940
7	100	46	10,05	10,05	4,94	0,00	154,16	0,00	31.196
8	100	47	10,05	10,05	6,74	0,00	157,91	0,00	23.426
9	100	48	10,05	10,05	8,80	0,00	161,67	0,00	18.380
10	100	49	10,05	10,05	11,08	0,00	165,43	0,00	14.927
11	100	50	10,05	10,05	13,58	0,00	169,20	0,00	12.463

## Sperone

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	100	35	5,65	5,65	-26,50	0,00	-66,80	0,00	2.520

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 82 di 140

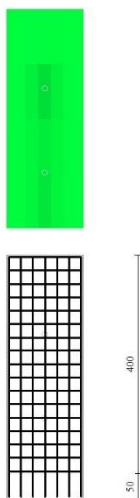


Fig. 13 - Piastra paramento dir. X (Inviluppo)

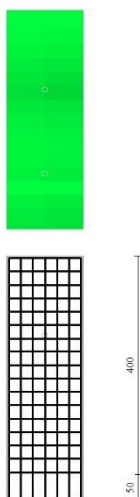


Fig. 14 - Piastra paramento dir. Y (Inviluppo)

### Verifiche a taglio

#### Simbologia adottata

n° (o Is)	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A <sub>sw</sub>	area ferri a taglio espresso in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V <sub>Rcd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V <sub>Rd</sub>	resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A <sub>sw</sub> >0.0) V <sub>Rd</sub> =min(V <sub>Rcd</sub> , V <sub>Rsd</sub> ).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

### Paramento

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)

STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine

Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
 PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 83 di 140

Is	B [cm]	H [cm]	Asw [cmq]	cotg (°)	VRcd [kN]	VRsd [kN]	VRd [kN]	T [kN]	FS
1-1-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
1-2-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
1-3-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
1-4-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
1-5-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
1-6-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
1-7-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
2-1-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
2-2-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
2-3-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
2-4-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
2-5-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
2-6-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
2-7-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
3-1-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
3-2-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
3-3-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
3-4-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
3-5-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
3-6-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
3-7-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
4-1-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
4-2-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
4-3-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
4-4-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
4-5-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
4-6-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
4-7-P	100	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-1-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-2-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-3-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-4-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-5-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-6-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-7-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-8-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-9-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-10-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-11-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-12-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-13-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-14-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-15-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-16-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-17-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-1-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-2-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-3-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-4-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-5-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-6-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-7-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-8-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-9-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-10-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-11-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-12-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-13-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-14-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-15-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-16-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-17-S	70	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)

**Fondazione**

n°	B [cm]	H [cm]	Asw [cmq]	cotθ	VRcd [kN]	VRsd [kN]	VRd [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,46	0,00	100.000
2	100	41	0,00	--	0,00	0,00	201,01	-3,30	60.982
3	100	42	0,00	--	0,00	0,00	203,52	-6,32	32.207
4	100	43	0,00	--	0,00	0,00	206,01	-9,07	22.716
5	100	44	0,00	--	0,00	0,00	208,47	-11,69	17.829
6	100	45	0,00	--	0,00	0,00	210,91	-15,22	13.857
7	100	46	0,00	--	0,00	0,00	213,32	-18,48	11.546
8	100	47	0,00	--	0,00	0,00	215,71	-21,46	10.053
9	100	48	0,00	--	0,00	0,00	218,07	-24,17	9.024
10	100	49	0,00	--	0,00	0,00	220,41	-26,60	8.286
11	100	50	0,00	--	0,00	0,00	222,73	-28,76	7.744

**Sperone**

n°	B [cm]	H [cm]	Asw [cmq]	cotθ	VRcd [kN]	VRsd [kN]	VRd [kN]	T [kN]	FS
1	100	35	0,00	--	0,00	0,00	152,93	-66,23	2.309

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
 SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 84 di 140

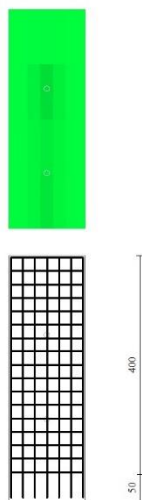


Fig. 16 - Piastra paramento dir. X (Inviluppo)

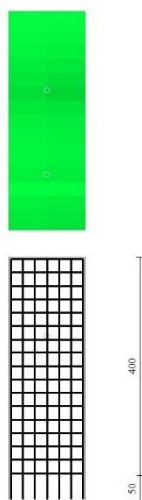


Fig. 17 - Piastra paramento dir. Y (Inviluppo)





STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 85 di 140

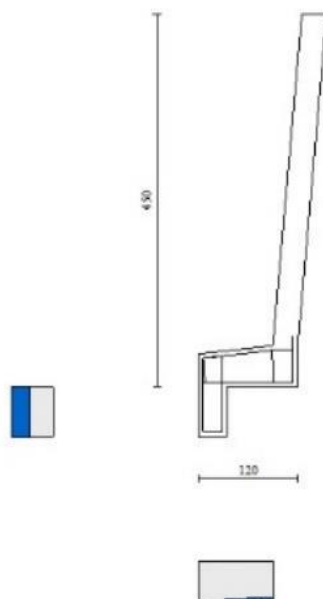


Fig. 18 - Fondazione (Inviluppo)

### Verifica a punzonamento

#### Simbologia adottata

OP	Oggetto che viene punzonato
P	Oggetto che punzona
c <sub>1</sub> , c <sub>2</sub>	Dimensioni pilastro nelle due direzioni, espressa in [mm]
d	Altezza utile della fondazione, espressa in [mm]
u <sub>0</sub>	Lunghezza perimetro di verifica a faccia pilastro, espresso in [mm]
u <sub>1</sub>	Lunghezza perimetro di verifica per effetto della diffusione, espresso in [mm]
p <sub>y</sub> , p <sub>z</sub>	Percentuali di armatura piastra in zona tesa
dpc, duc	distanza della prima e dell'ultima cucitura dalla faccia del pilastro
V <sub>ed,i</sub>	Tensione di taglio sul perimetro del pilastro, espressa in [kPa]
V <sub>rd,max</sub>	Valore di progetto del massimo taglio-punzonamento resistente, espressa in [kPa]
V <sub>ed,f</sub>	Tensione di taglio sul perimetro di verifica u <sub>1</sub> , espresso in [kPa]
V <sub>rd,cf</sub>	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente senza armature sul perimetro di verifica u <sub>1</sub> , espresso in [kPa]
V <sub>rd,cs</sub>	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente con armature, espresso in [kPa]
nsc	Numero di serie di cuciture
nc	Numero di cuciture
FS	Fattore di sicurezza (minore tra i rapporti $V_{rd,max}/V_{ed,i}$ , $V_{rd,cf}/V_{ed,f}$ e $V_{rd,cs}/V_{ed,f}$ )

#### Punzonamento tiranti

OP	P	c <sub>1</sub> [mm]	c <sub>2</sub> [mm]	d [mm]	u <sub>0</sub> [mm]	u <sub>1</sub> [mm]	p <sub>y</sub> [%]	p <sub>z</sub> [%]	dpc [mm]	duc [mm]	nsc	nc
n° 1	Tirante n° 1	199	199	237	627	3615	0.40477	0.38589	0	0	0	0
n° 1	Tirante n° 2	199	199	237	627	3615	0.55346	0.34653	0	0	0	0

### Verifica delle tensioni

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area ferri inferiori, espresso in [cm <sup>2</sup> ]
A <sub>fs</sub>	area ferri superiori, espressa in [cm <sup>2</sup> ]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σ <sub>c</sub>	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine

Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
 PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 86 di 140

## Combinazioni SLER

### Piastra paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1-1-P	100	30	4,52	4,52	0,21	0,00	29 (16)	1752 (16)	126 (16)
1-2-P	100	30	4,52	4,52	0,63	-0,21	108 (16)	6551 (16)	3478 (16)
1-3-P	100	30	4,52	4,52	0,81	-1,47	365 (16)	9467 (16)	22064 (16)
1-4-P	100	30	4,52	4,52	0,79	-4,33	1076 (16)	9213 (16)	65094 (16)
1-5-P	100	30	4,52	4,52	0,81	-1,47	365 (16)	9467 (16)	22064 (16)
1-6-P	100	30	4,52	4,52	0,63	-0,21	108 (16)	6551 (16)	3478 (16)
1-7-P	100	30	4,52	4,52	0,21	0,00	29 (16)	1752 (16)	126 (16)
2-1-P	100	30	5,65	5,65	0,13	-0,15	24 (13)	1314 (13)	733 (13)
2-2-P	100	30	5,65	5,65	0,00	-1,00	126 (16)	549 (16)	6830 (16)
2-3-P	100	30	5,65	5,65	0,00	-3,41	433 (16)	1886 (16)	23473 (16)
2-4-P	100	30	5,65	5,65	0,00	-6,65	847 (16)	3689 (16)	45909 (16)
2-5-P	100	30	5,65	5,65	0,00	-3,41	433 (16)	1886 (16)	23473 (16)
2-6-P	100	30	5,65	5,65	0,00	-1,00	126 (16)	549 (16)	6830 (16)
2-7-P	100	30	5,65	5,65	0,13	-0,15	24 (13)	1314 (13)	733 (13)
3-1-P	100	30	4,52	4,52	0,06	-0,03	14 (16)	864 (16)	232 (16)
3-2-P	100	30	4,52	4,52	0,00	-1,31	185 (16)	627 (16)	11205 (16)
3-3-P	100	30	4,52	4,52	0,00	-5,30	747 (16)	2528 (16)	45156 (16)
3-4-P	100	30	4,52	4,52	0,00	-12,68	1786 (16)	6048 (16)	108019 (16)
3-5-P	100	30	4,52	4,52	0,00	-5,30	747 (16)	2528 (16)	45156 (16)
3-6-P	100	30	4,52	4,52	0,00	-1,31	185 (16)	627 (16)	11205 (16)
3-7-P	100	30	4,52	4,52	0,06	-0,03	14 (16)	864 (16)	232 (16)
4-1-P	100	30	4,52	4,52	0,01	-0,04	6 (16)	301 (16)	370 (16)
4-2-P	100	30	4,52	4,52	0,05	-0,37	52 (16)	1030 (16)	3175 (16)
4-3-P	100	30	4,52	4,52	0,06	-0,93	133 (16)	2744 (16)	8039 (16)
4-4-P	100	30	4,52	4,52	0,07	-1,26	179 (16)	2831 (16)	10809 (16)
4-5-P	100	30	4,52	4,52	0,06	-0,93	133 (16)	2744 (16)	8039 (16)
4-6-P	100	30	4,52	4,52	0,05	-0,37	52 (16)	1030 (16)	3175 (16)
4-7-P	100	30	4,52	4,52	0,01	-0,04	6 (16)	301 (16)	370 (16)
5-1-S	70	30	6,16	6,16	8,43	0,00	1014 (13)	44323 (13)	6049 (13)
5-2-S	70	30	6,16	6,16	7,95	0,00	881 (13)	38526 (13)	5258 (13)
5-3-S	70	30	6,16	6,16	5,81	0,00	523 (13)	22881 (13)	3123 (13)
5-4-S	70	30	6,16	6,16	0,06	-0,65	86 (16)	1041 (16)	3754 (16)
5-5-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-6,15	888 (16)	5299 (16)	38830 (16)
5-6-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-4,55	646 (16)	3855 (16)	28245 (16)
5-7-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-4,26	601 (16)	3587 (16)	26287 (16)
5-8-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-5,23	744 (16)	4441 (16)	32545 (16)
5-9-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-7,39	1065 (16)	6354 (16)	46561 (16)
5-10-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-10,71	1556 (16)	9286 (16)	68044 (16)
5-11-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-15,12	2209 (16)	13182 (16)	96594 (16)
5-12-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-11,88	1740 (16)	10381 (16)	76066 (16)
5-13-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-7,92	1164 (16)	6945 (16)	50888 (16)
5-14-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-4,83	713 (16)	4254 (16)	31173 (16)
5-15-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-2,52	376 (16)	2244 (16)	16443 (16)
5-16-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-0,94	142 (16)	848 (16)	6215 (16)
5-17-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-0,01	1 (16)	12 (16)	61 (16)
6-1-S	70	30	4,62	4,62	8,43	0,00	1163 (13)	58433 (13)	5768 (13)
6-2-S	70	30	4,62	4,62	7,95	0,00	1011 (13)	50791 (13)	5014 (13)
6-3-S	70	30	4,62	4,62	5,81	0,00	600 (13)	30165 (13)	2978 (13)
6-4-S	70	30	4,62	4,62	0,06	-0,65	98 (16)	1373 (16)	4949 (16)
6-5-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-6,15	1019 (16)	5053 (16)	51192 (16)
6-6-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-4,55	741 (16)	3676 (16)	37237 (16)
6-7-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-4,26	690 (16)	3421 (16)	34656 (16)
6-8-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-5,23	854 (16)	4235 (16)	42906 (16)
6-9-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-7,39	1221 (16)	6059 (16)	61384 (16)
6-10-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-10,71	1785 (16)	8855 (16)	89707 (16)
6-11-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-15,12	2534 (16)	12570 (16)	127346 (16)
6-12-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-11,88	1995 (16)	9899 (16)	100282 (16)
6-13-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-7,92	1335 (16)	6622 (16)	67088 (16)
6-14-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-4,83	818 (16)	4057 (16)	41098 (16)
6-15-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-2,52	431 (16)	2140 (16)	21678 (16)
6-16-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-0,94	163 (16)	809 (16)	8193 (16)
6-17-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-0,01	2 (16)	16 (16)	80 (16)

### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	41	10,05	10,05	0,12	0,00	8 (16)	365 (16)	37 (16)

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
 SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine

Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 87 di 140

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
3	100	42	10,05	10,05	0,46	0,00	29 (16)	1383 (16)	142 (16)
4	100	43	10,05	10,05	1,01	0,00	61 (16)	2946 (16)	307 (16)
5	100	44	10,05	10,05	1,74	0,00	100 (16)	4961 (16)	523 (16)
6	100	45	10,05	10,05	2,72	0,00	150 (16)	7539 (16)	804 (16)
7	100	46	10,05	10,05	3,97	0,00	210 (16)	10714 (16)	1153 (16)
8	100	47	10,05	10,05	5,47	0,00	278 (16)	14396 (16)	1562 (16)
9	100	48	10,05	10,05	7,21	0,00	353 (16)	18499 (16)	2023 (16)
10	100	49	10,05	10,05	9,17	0,00	432 (16)	18599 (13)	2048 (13)
11	100	50	10,05	10,05	11,32	0,00	514 (16)	22702 (13)	2514 (13)

## Combinazioni SLEF

### Piastra paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

19920

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

360000

[kPa]

Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1-1-P	100	30	4,52	4,52	0,21	0,00	29 (16)	1752 (16)	126 (16)
1-2-P	100	30	4,52	4,52	0,63	-0,21	108 (16)	6551 (16)	3478 (16)
1-3-P	100	30	4,52	4,52	0,81	-1,47	365 (16)	9467 (16)	22064 (16)
1-4-P	100	30	4,52	4,52	0,79	-4,33	1076 (16)	9213 (16)	65094 (16)
1-5-P	100	30	4,52	4,52	0,81	-1,47	365 (16)	9467 (16)	22064 (16)
1-6-P	100	30	4,52	4,52	0,63	-0,21	108 (16)	6551 (16)	3478 (16)
1-7-P	100	30	4,52	4,52	0,21	0,00	29 (16)	1752 (16)	126 (16)
2-1-P	100	30	5,65	5,65	0,13	-0,15	24 (13)	1314 (13)	733 (13)
2-2-P	100	30	5,65	5,65	0,00	-1,00	126 (16)	549 (16)	6830 (16)
2-3-P	100	30	5,65	5,65	0,00	-3,41	433 (16)	1886 (16)	23473 (16)
2-4-P	100	30	5,65	5,65	0,00	-6,65	847 (16)	3689 (16)	45909 (16)
2-5-P	100	30	5,65	5,65	0,00	-3,41	433 (16)	1886 (16)	23473 (16)
2-6-P	100	30	5,65	5,65	0,00	-1,00	126 (16)	549 (16)	6830 (16)
2-7-P	100	30	5,65	5,65	0,13	-0,15	24 (13)	1314 (13)	733 (13)
3-1-P	100	30	4,52	4,52	0,06	-0,03	14 (16)	864 (16)	232 (16)
3-2-P	100	30	4,52	4,52	0,00	-1,31	185 (16)	627 (16)	11205 (16)
3-3-P	100	30	4,52	4,52	0,00	-5,30	747 (16)	2528 (16)	45156 (16)
3-4-P	100	30	4,52	4,52	0,00	-12,68	1786 (16)	6048 (16)	108019 (16)
3-5-P	100	30	4,52	4,52	0,00	-5,30	747 (16)	2528 (16)	45156 (16)
3-6-P	100	30	4,52	4,52	0,00	-1,31	185 (16)	627 (16)	11205 (16)
3-7-P	100	30	4,52	4,52	0,06	-0,03	14 (16)	864 (16)	232 (16)
4-1-P	100	30	4,52	4,52	0,01	-0,04	6 (16)	301 (16)	370 (16)
4-2-P	100	30	4,52	4,52	0,05	-0,37	52 (16)	1030 (16)	3175 (16)
4-3-P	100	30	4,52	4,52	0,06	-0,93	133 (16)	2744 (16)	8039 (16)
4-4-P	100	30	4,52	4,52	0,07	-1,26	179 (16)	2831 (16)	10809 (16)
4-5-P	100	30	4,52	4,52	0,06	-0,93	133 (16)	2744 (16)	8039 (16)
4-6-P	100	30	4,52	4,52	0,05	-0,37	52 (16)	1030 (16)	3175 (16)
4-7-P	100	30	4,52	4,52	0,01	-0,04	6 (16)	301 (16)	370 (16)
5-1-S	70	30	6,16	6,16	8,43	0,00	1014 (13)	44323 (13)	6049 (13)
5-2-S	70	30	6,16	6,16	7,95	0,00	881 (13)	38526 (13)	5258 (13)
5-3-S	70	30	6,16	6,16	5,81	0,00	523 (13)	22881 (13)	3123 (13)
5-4-S	70	30	6,16	6,16	0,06	-0,65	86 (16)	1041 (16)	3754 (16)
5-5-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-6,15	888 (16)	5299 (16)	38830 (16)
5-6-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-4,55	646 (16)	3855 (16)	28245 (16)
5-7-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-4,26	601 (16)	3587 (16)	26287 (16)
5-8-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-5,23	744 (16)	4441 (16)	32545 (16)
5-9-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-7,39	1065 (16)	6354 (16)	46561 (16)
5-10-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-10,71	1556 (16)	9286 (16)	68044 (16)
5-11-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-15,12	2209 (16)	13182 (16)	96594 (16)
5-12-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-11,88	1740 (16)	10381 (16)	76066 (16)
5-13-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-7,92	1164 (16)	6945 (16)	50888 (16)
5-14-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-4,83	713 (16)	4254 (16)	31173 (16)
5-15-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-2,52	376 (16)	2244 (16)	16443 (16)
5-16-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-0,94	142 (16)	848 (16)	6215 (16)
5-17-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-0,01	1 (16)	12 (16)	61 (16)
6-1-S	70	30	4,62	4,62	8,43	0,00	1163 (13)	58433 (13)	5768 (13)
6-2-S	70	30	4,62	4,62	7,95	0,00	1011 (13)	50791 (13)	5014 (13)
6-3-S	70	30	4,62	4,62	5,81	0,00	600 (13)	30165 (13)	2978 (13)
6-4-S	70	30	4,62	4,62	0,06	-0,65	98 (16)	1373 (16)	4949 (16)
6-5-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-6,15	1019 (16)	5053 (16)	51192 (16)
6-6-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-4,55	741 (16)	3676 (16)	37237 (16)
6-7-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-4,26	690 (16)	3421 (16)	34656 (16)
6-8-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-5,23	854 (16)	4235 (16)	42906 (16)
6-9-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-7,39	1221 (16)	6059 (16)	61384 (16)
6-10-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-10,71	1785 (16)	8855 (16)	89707 (16)
6-11-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-15,12	2534 (16)	12570 (16)	127346 (16)
6-12-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-11,88	1995 (16)	9899 (16)	100282 (16)
6-13-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-7,92	1335 (16)	6622 (16)	67088 (16)
6-14-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-4,83	818 (16)	4057 (16)	41098 (16)
6-15-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-2,52	431 (16)	2140 (16)	21678 (16)
6-16-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-0,94	163 (16)	809 (16)	8193 (16)
6-17-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-0,01	2 (16)	16 (16)	80 (16)

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)

STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine

Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
 PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 88 di 140

**Fondazione**

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

19920

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

360000

[kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	41	10,05	10,05	0,12	0,00	8 (16)	365 (16)	37 (16)
3	100	42	10,05	10,05	0,46	0,00	29 (16)	1383 (16)	142 (16)
4	100	43	10,05	10,05	1,01	0,00	61 (16)	2946 (16)	307 (16)
5	100	44	10,05	10,05	1,74	0,00	100 (16)	4961 (16)	523 (16)
6	100	45	10,05	10,05	2,72	0,00	150 (16)	7539 (16)	804 (16)
7	100	46	10,05	10,05	3,97	0,00	210 (16)	10714 (16)	1153 (16)
8	100	47	10,05	10,05	5,47	0,00	278 (16)	14396 (16)	1562 (16)
9	100	48	10,05	10,05	7,21	0,00	353 (16)	18499 (16)	2023 (16)
10	100	49	10,05	10,05	9,17	0,00	432 (16)	18599 (13)	2048 (13)
11	100	50	10,05	10,05	11,32	0,00	514 (16)	22702 (13)	2514 (13)

**Combinazioni SLEQ****Piastra paramento**

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

19920

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

360000

[kPa]

Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1-1-P	100	30	4,52	4,52	0,21	0,00	29 (16)	1752 (16)	126 (16)
1-2-P	100	30	4,52	4,52	0,63	-0,21	108 (16)	6551 (16)	3478 (16)
1-3-P	100	30	4,52	4,52	0,81	-1,47	365 (16)	9467 (16)	22064 (16)
1-4-P	100	30	4,52	4,52	0,79	-4,33	1076 (16)	9213 (16)	65094 (16)
1-5-P	100	30	4,52	4,52	0,81	-1,47	365 (16)	9467 (16)	22064 (16)
1-6-P	100	30	4,52	4,52	0,63	-0,21	108 (16)	6551 (16)	3478 (16)
1-7-P	100	30	4,52	4,52	0,21	0,00	29 (16)	1752 (16)	126 (16)
2-1-P	100	30	5,65	5,65	0,13	-0,15	24 (13)	1314 (13)	733 (13)
2-2-P	100	30	5,65	5,65	0,00	-1,00	126 (16)	549 (16)	6830 (16)
2-3-P	100	30	5,65	5,65	0,00	-3,41	433 (16)	1886 (16)	23473 (16)
2-4-P	100	30	5,65	5,65	0,00	-6,65	847 (16)	3689 (16)	45909 (16)
2-5-P	100	30	5,65	5,65	0,00	-3,41	433 (16)	1886 (16)	23473 (16)
2-6-P	100	30	5,65	5,65	0,00	-1,00	126 (16)	549 (16)	6830 (16)
2-7-P	100	30	5,65	5,65	0,13	-0,15	24 (13)	1314 (13)	733 (13)
3-1-P	100	30	4,52	4,52	0,06	-0,03	14 (16)	864 (16)	232 (16)
3-2-P	100	30	4,52	4,52	0,00	-1,31	185 (16)	627 (16)	11205 (16)
3-3-P	100	30	4,52	4,52	0,00	-5,30	747 (16)	2528 (16)	45156 (16)
3-4-P	100	30	4,52	4,52	0,00	-12,68	1786 (16)	6048 (16)	108019 (16)
3-5-P	100	30	4,52	4,52	0,00	-5,30	747 (16)	2528 (16)	45156 (16)
3-6-P	100	30	4,52	4,52	0,00	-1,31	185 (16)	627 (16)	11205 (16)
3-7-P	100	30	4,52	4,52	0,06	-0,03	14 (16)	864 (16)	232 (16)
4-1-P	100	30	4,52	4,52	0,01	-0,04	6 (16)	301 (16)	370 (16)
4-2-P	100	30	4,52	4,52	0,05	-0,37	52 (16)	1030 (16)	3175 (16)
4-3-P	100	30	4,52	4,52	0,06	-0,93	133 (16)	2744 (16)	8039 (16)
4-4-P	100	30	4,52	4,52	0,07	-1,26	179 (16)	2831 (16)	10809 (16)
4-5-P	100	30	4,52	4,52	0,06	-0,93	133 (16)	2744 (16)	8039 (16)
4-6-P	100	30	4,52	4,52	0,05	-0,37	52 (16)	1030 (16)	3175 (16)
4-7-P	100	30	4,52	4,52	0,01	-0,04	6 (16)	301 (16)	370 (16)
5-1-S	70	30	6,16	6,16	8,43	0,00	1014 (13)	44323 (13)	6049 (13)
5-2-S	70	30	6,16	6,16	7,95	0,00	881 (13)	38526 (13)	5258 (13)
5-3-S	70	30	6,16	6,16	5,81	0,00	523 (13)	22881 (13)	3123 (13)
5-4-S	70	30	6,16	6,16	0,06	-0,65	86 (16)	1041 (16)	3754 (16)
5-5-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-6,15	888 (16)	5299 (16)	38830 (16)
5-6-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-4,55	646 (16)	3855 (16)	28245 (16)
5-7-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-4,26	601 (16)	3587 (16)	26287 (16)
5-8-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-5,23	744 (16)	4441 (16)	32545 (16)
5-9-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-7,39	1065 (16)	6354 (16)	46561 (16)
5-10-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-10,71	1556 (16)	9286 (16)	68044 (16)
5-11-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-15,12	2209 (16)	13182 (16)	96594 (16)
5-12-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-11,88	1740 (16)	10381 (16)	76066 (16)
5-13-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-7,92	1164 (16)	6945 (16)	50888 (16)
5-14-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-4,83	713 (16)	4254 (16)	31173 (16)
5-15-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-2,52	376 (16)	2244 (16)	16443 (16)
5-16-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-0,94	142 (16)	848 (16)	6215 (16)
5-17-S	70	30	6,16	6,16	0,00	-0,01	1 (16)	12 (16)	61 (16)
6-1-S	70	30	4,62	4,62	8,43	0,00	1163 (13)	58433 (13)	5768 (13)
6-2-S	70	30	4,62	4,62	7,95	0,00	1011 (13)	50791 (13)	5014 (13)
6-3-S	70	30	4,62	4,62	5,81	0,00	600 (13)	30165 (13)	2978 (13)
6-4-S	70	30	4,62	4,62	0,06	-0,65	98 (16)	1373 (16)	4949 (16)
6-5-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-6,15	1019 (16)	5053 (16)	51192 (16)
6-6-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-4,55	741 (16)	3676 (16)	37237 (16)
6-7-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-4,26	690 (16)	3421 (16)	34656 (16)
6-8-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-5,23	854 (16)	4235 (16)	42906 (16)

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
 SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)

STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine

Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
 PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 89 di 140

Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
6-9-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-7,39	1221 (16)	6059 (16)	61384 (16)
6-10-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-10,71	1785 (16)	8855 (16)	89707 (16)
6-11-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-15,12	2534 (16)	12570 (16)	127346 (16)
6-12-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-11,88	1995 (16)	9899 (16)	100282 (16)
6-13-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-7,92	1335 (16)	6622 (16)	67088 (16)
6-14-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-4,83	818 (16)	4057 (16)	41098 (16)
6-15-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-2,52	431 (16)	2140 (16)	21678 (16)
6-16-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-0,94	163 (16)	809 (16)	8193 (16)
6-17-S	70	30	4,62	4,62	0,00	-0,01	2 (16)	16 (16)	80 (16)

**Fondazione**

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

19920

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

360000

[kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	41	10,05	10,05	0,12	0,00	8 (16)	365 (16)	37 (16)
3	100	42	10,05	10,05	0,46	0,00	29 (16)	1383 (16)	142 (16)
4	100	43	10,05	10,05	1,01	0,00	61 (16)	2946 (16)	307 (16)
5	100	44	10,05	10,05	1,74	0,00	100 (16)	4961 (16)	523 (16)
6	100	45	10,05	10,05	2,72	0,00	150 (16)	7539 (16)	804 (16)
7	100	46	10,05	10,05	3,97	0,00	210 (16)	10714 (16)	1153 (16)
8	100	47	10,05	10,05	5,47	0,00	278 (16)	14396 (16)	1562 (16)
9	100	48	10,05	10,05	7,21	0,00	353 (16)	18499 (16)	2023 (16)
10	100	49	10,05	10,05	9,17	0,00	432 (16)	18599 (13)	2048 (13)
11	100	50	10,05	10,05	11,32	0,00	514 (16)	22702 (13)	2514 (13)

**Verifica a fessurazione****Simbologia adottata**

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di formazione/apertura fessure espressa in [kNm]
ε	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

**Combinazioni SLEF****Piastra paramento**Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$ 

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1-1-P	100	30	4,52	827,79	0,19	-58,75	0,000000	0,00	0,000
1-2-P	100	30	4,52	827,79	0,62	-58,75	0,000000	0,00	0,000
1-3-P	100	30	4,52	827,79	-1,05	-58,75	0,000000	0,00	0,000
1-4-P	100	30	4,52	827,79	-3,25	-58,75	0,000000	0,00	0,000
1-5-P	100	30	4,52	827,79	-1,05	-58,75	0,000000	0,00	0,000
1-6-P	100	30	4,52	827,79	0,62	-58,75	0,000000	0,00	0,000
1-7-P	100	30	4,52	827,79	0,19	-58,75	0,000000	0,00	0,000
2-1-P	100	30	5,65	812,12	-0,11	-59,50	0,000000	0,00	0,000
2-2-P	100	30	5,65	812,12	-0,73	-59,50	0,000000	0,00	0,000
2-3-P	100	30	5,65	812,12	-2,56	-59,50	0,000000	0,00	0,000
2-4-P	100	30	5,65	812,12	-5,07	-59,50	0,000000	0,00	0,000
2-5-P	100	30	5,65	812,12	-2,56	-59,50	0,000000	0,00	0,000
2-6-P	100	30	5,65	812,12	-0,73	-59,50	0,000000	0,00	0,000
2-7-P	100	30	5,65	812,12	-0,11	-59,50	0,000000	0,00	0,000
3-1-P	100	30	4,52	827,79	0,05	-58,75	0,000000	0,00	0,000
3-2-P	100	30	4,52	827,79	-0,98	-58,75	0,000000	0,00	0,000
3-3-P	100	30	4,52	827,79	-3,92	-58,75	0,000000	0,00	0,000
3-4-P	100	30	4,52	827,79	-9,34	-58,75	0,000000	0,00	0,000
3-5-P	100	30	4,52	827,79	-3,92	-58,75	0,000000	0,00	0,000
3-6-P	100	30	4,52	827,79	-0,98	-58,75	0,000000	0,00	0,000
3-7-P	100	30	4,52	827,79	0,05	-58,75	0,000000	0,00	0,000
4-1-P	100	30	4,52	827,79	-0,03	-58,75	0,000000	0,00	0,000
4-2-P	100	30	4,52	827,79	-0,29	-58,75	0,000000	0,00	0,000
4-3-P	100	30	4,52	827,79	-0,73	-58,75	0,000000	0,00	0,000
4-4-P	100	30	4,52	827,79	-0,98	-58,75	0,000000	0,00	0,000

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
 SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 90 di 140

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
4-5-P	100	30	4,52	827,79	-0,73	-58,75	0,000000	0,00	0,000
4-6-P	100	30	4,52	827,79	-0,29	-58,75	0,000000	0,00	0,000
4-7-P	100	30	4,52	827,79	-0,03	-58,75	0,000000	0,00	0,000
5-1-S	70	30	6,16	545,02	6,63	43,01	0,000000	0,00	0,000
5-2-S	70	30	6,16	545,02	6,13	43,01	0,000000	0,00	0,000
5-3-S	70	30	6,16	545,02	4,25	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-4-S	70	30	6,16	545,02	1,15	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-5-S	70	30	6,16	545,02	-3,31	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-6-S	70	30	6,16	545,02	-2,11	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-7-S	70	30	6,16	545,02	-1,95	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-8-S	70	30	6,16	545,02	-2,79	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-9-S	70	30	6,16	545,02	-4,55	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-10-S	70	30	6,16	545,02	-7,18	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-11-S	70	30	6,16	545,02	-10,63	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-12-S	70	30	6,16	545,02	-8,46	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-13-S	70	30	6,16	545,02	-5,73	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-14-S	70	30	6,16	545,02	-3,59	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-15-S	70	30	6,16	545,02	-1,97	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-16-S	70	30	6,16	545,02	-0,79	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-17-S	70	30	6,16	545,02	-0,01	-43,01	0,000000	0,00	0,000
6-1-S	70	30	4,62	560,55	6,63	42,02	0,000000	0,00	0,000
6-2-S	70	30	4,62	560,55	6,13	42,02	0,000000	0,00	0,000
6-3-S	70	30	4,62	560,55	4,25	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-4-S	70	30	4,62	560,55	1,15	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-5-S	70	30	4,62	560,55	-3,31	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-6-S	70	30	4,62	560,55	-2,11	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-7-S	70	30	4,62	560,55	-1,95	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-8-S	70	30	4,62	560,55	-2,79	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-9-S	70	30	4,62	560,55	-4,55	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-10-S	70	30	4,62	560,55	-7,18	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-11-S	70	30	4,62	560,55	-10,63	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-12-S	70	30	4,62	560,55	-8,46	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-13-S	70	30	4,62	560,55	-5,73	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-14-S	70	30	4,62	560,55	-3,59	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-15-S	70	30	4,62	560,55	-1,97	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-16-S	70	30	4,62	560,55	-0,79	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-17-S	70	30	4,62	560,55	-0,01	-42,02	0,000000	0,00	0,000

## Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (14)
2	100	41	10,05	1083,14	0,09	116,01	0,000000	0,00	0,000 (14)
3	100	42	10,05	1112,14	0,36	121,67	0,000000	0,00	0,000 (14)
4	100	43	10,05	1141,18	0,78	127,46	0,000000	0,00	0,000 (14)
5	100	44	10,05	1170,27	1,36	133,37	0,000000	0,00	0,000 (14)
6	100	45	10,05	1199,40	2,15	139,41	0,000000	0,00	0,000 (14)
7	100	46	10,05	1228,58	3,18	145,57	0,000000	0,00	0,000 (14)
8	100	47	10,05	1257,80	4,44	151,86	0,000000	0,00	0,000 (14)
9	100	48	10,05	1287,06	5,93	158,28	0,000000	0,00	0,000 (14)
10	100	49	10,05	1316,36	7,62	164,82	0,000000	0,00	0,000 (14)
11	100	50	10,05	1345,70	9,50	171,48	0,000000	0,00	0,000 (14)

## Sperone

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	35	5,65	960,21	-61,05	-81,03	0,000000	0,00	0,000 (14)

## Combinazioni SLEQ

### Piastra paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1-1-P	100	30	4,52	827,79	0,14	-58,75	0,000000	0,00	0,000
1-2-P	100	30	4,52	827,79	0,44	-58,75	0,000000	0,00	0,000
1-3-P	100	30	4,52	827,79	-1,05	-58,75	0,000000	0,00	0,000
1-4-P	100	30	4,52	827,79	-3,15	-58,75	0,000000	0,00	0,000
1-5-P	100	30	4,52	827,79	-1,05	-58,75	0,000000	0,00	0,000
1-6-P	100	30	4,52	827,79	0,44	-58,75	0,000000	0,00	0,000
1-7-P	100	30	4,52	827,79	0,14	-58,75	0,000000	0,00	0,000
2-1-P	100	30	5,65	812,12	-0,09	-59,50	0,000000	0,00	0,000

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 91 di 140

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
2-2-P	100	30	5,65	812,12	-0,69	-59,50	0,000000	0,00	0,000
2-3-P	100	30	5,65	812,12	-2,43	-59,50	0,000000	0,00	0,000
2-4-P	100	30	5,65	812,12	-4,80	-59,50	0,000000	0,00	0,000
2-5-P	100	30	5,65	812,12	-2,43	-59,50	0,000000	0,00	0,000
2-6-P	100	30	5,65	812,12	-0,69	-59,50	0,000000	0,00	0,000
2-7-P	100	30	5,65	812,12	-0,09	-59,50	0,000000	0,00	0,000
3-1-P	100	30	4,52	827,79	0,05	-58,75	0,000000	0,00	0,000
3-2-P	100	30	4,52	827,79	-0,96	-58,75	0,000000	0,00	0,000
3-3-P	100	30	4,52	827,79	-3,86	-58,75	0,000000	0,00	0,000
3-4-P	100	30	4,52	827,79	-9,23	-58,75	0,000000	0,00	0,000
3-5-P	100	30	4,52	827,79	-3,86	-58,75	0,000000	0,00	0,000
3-6-P	100	30	4,52	827,79	-0,96	-58,75	0,000000	0,00	0,000
3-7-P	100	30	4,52	827,79	0,05	-58,75	0,000000	0,00	0,000
4-1-P	100	30	4,52	827,79	-0,03	-58,75	0,000000	0,00	0,000
4-2-P	100	30	4,52	827,79	-0,29	-58,75	0,000000	0,00	0,000
4-3-P	100	30	4,52	827,79	-0,72	-58,75	0,000000	0,00	0,000
4-4-P	100	30	4,52	827,79	-0,96	-58,75	0,000000	0,00	0,000
4-5-P	100	30	4,52	827,79	-0,72	-58,75	0,000000	0,00	0,000
4-6-P	100	30	4,52	827,79	-0,29	-58,75	0,000000	0,00	0,000
4-7-P	100	30	4,52	827,79	-0,03	-58,75	0,000000	0,00	0,000
5-1-S	70	30	6,16	545,02	4,57	43,01	0,000000	0,00	0,000
5-2-S	70	30	6,16	545,02	4,39	43,01	0,000000	0,00	0,000
5-3-S	70	30	6,16	545,02	2,96	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-4-S	70	30	6,16	545,02	0,38	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-5-S	70	30	6,16	545,02	-3,68	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-6-S	70	30	6,16	545,02	-2,42	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-7-S	70	30	6,16	545,02	-2,21	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-8-S	70	30	6,16	545,02	-2,98	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-9-S	70	30	6,16	545,02	-4,68	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-10-S	70	30	6,16	545,02	-7,25	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-11-S	70	30	6,16	545,02	-10,64	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-12-S	70	30	6,16	545,02	-8,46	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-13-S	70	30	6,16	545,02	-5,73	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-14-S	70	30	6,16	545,02	-3,59	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-15-S	70	30	6,16	545,02	-1,97	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-16-S	70	30	6,16	545,02	-0,79	-43,01	0,000000	0,00	0,000
5-17-S	70	30	6,16	545,02	-0,01	-43,01	0,000000	0,00	0,000
6-1-S	70	30	4,62	560,55	4,57	42,02	0,000000	0,00	0,000
6-2-S	70	30	4,62	560,55	4,39	42,02	0,000000	0,00	0,000
6-3-S	70	30	4,62	560,55	2,96	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-4-S	70	30	4,62	560,55	0,38	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-5-S	70	30	4,62	560,55	-3,68	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-6-S	70	30	4,62	560,55	-2,42	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-7-S	70	30	4,62	560,55	-2,21	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-8-S	70	30	4,62	560,55	-2,98	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-9-S	70	30	4,62	560,55	-4,68	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-10-S	70	30	4,62	560,55	-7,25	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-11-S	70	30	4,62	560,55	-10,64	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-12-S	70	30	4,62	560,55	-8,46	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-13-S	70	30	4,62	560,55	-5,73	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-14-S	70	30	4,62	560,55	-3,59	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-15-S	70	30	4,62	560,55	-1,97	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-16-S	70	30	4,62	560,55	-0,79	-42,02	0,000000	0,00	0,000
6-17-S	70	30	4,62	560,55	-0,01	-42,02	0,000000	0,00	0,000

## Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (15)
2	100	41	10,05	1083,14	0,10	116,01	0,000000	0,00	0,000 (15)
3	100	42	10,05	1112,14	0,37	121,67	0,000000	0,00	0,000 (15)
4	100	43	10,05	1141,18	0,82	127,46	0,000000	0,00	0,000 (15)
5	100	44	10,05	1170,27	1,42	133,37	0,000000	0,00	0,000 (15)
6	100	45	10,05	1199,40	2,23	139,41	0,000000	0,00	0,000 (15)
7	100	46	10,05	1228,58	3,30	145,57	0,000000	0,00	0,000 (15)
8	100	47	10,05	1257,80	4,60	151,86	0,000000	0,00	0,000 (15)
9	100	48	10,05	1287,06	6,12	158,28	0,000000	0,00	0,000 (15)
10	100	49	10,05	1316,36	7,84	164,82	0,000000	0,00	0,000 (15)
11	100	50	10,05	1345,70	9,77	171,48	0,000000	0,00	0,000 (15)

## Sperone

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	35	5,65	960,21	-63,68	-81,03	0,000000	0,00	0,000 (15)

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)





## 8.6. Verifica sez. B

La sezione C ha un'altezza di spinta pari a 4.5 m.

Le caratteristiche dei materiali, come i carichi e le combinazioni sono analoghe al caso precedente (muro D) e verranno quindi omesse per maggior leggibilità.

Si omettono le verifiche su tutti gli elementi, concentrandosi sugli involucri e sulle sezioni più sollecitate.

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, 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 [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	0,00	0.000
2	3,00	1,06	19.460
3	9,50	1,06	0.000
4	16,00	1,06	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 1.000 [°]

### Geometria muro

#### *Geometria paramento e fondazione*

Lunghezza muro 1,32 [m]

#### Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	4,50	[m]
Altezza paramento libero	4,50	[m]
Spessore in sommità	0,30	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30	[m]
Inclinazione paramento esterno	5,00	[°]
Inclinazione paramento interno	-5,00	[°]

#### Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0,90	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,00	[m]
Lunghezza totale	1,20	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Altezza valle esterna	0,40	[m]
Altezza valle interna	0,50	[m]
Altezza monte interna	0,50	[m]
Altezza monte esterna	0,50	[m]
Spessore magrone	0,10	[m]

#### Sperone

Posizione	Valle	
Distanza dal tacco della fondazione	0,85	[m]
Altezza	0,60	[m]
Spessore	0,35	[m]





STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 93 di 140

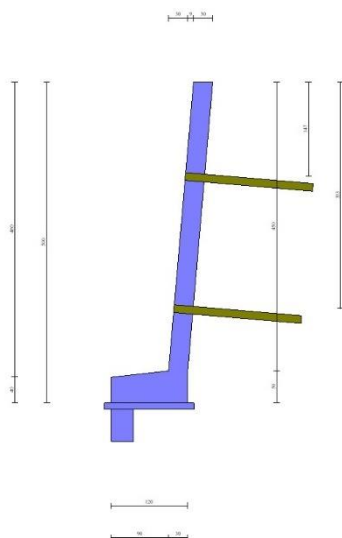


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Tiranti di ancoraggio

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
Dest	Destinazione del tirante (Fondazione, Paramento)
S	ordinata della fila misurata dalla testa del muro (se il tirante è posizionato sul paramento), ascissa della fila misurata dal tacco della fondazione (se il tirante è posizionato sulla fondazione) espressa in [m]
I	Interasse tra i tiranti della fila espressa in [m]
F	Franco della fila espressa in [m]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
Nt	numero di tiranti della fila
$\alpha$	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
T	tiro iniziale espresso in [kN]. Solo per i tiranti attivi
Lt, Lf	Lunghezza totale e di fondazione espressa in [m]. Definiti solo nel caso di Verifica.

n°	Tipologia	Dest	S [m]	I [m]	F [m]	ALL	Nt	$\alpha$ [°]	T [kN]	Lt [m]	Lf [m]
1	Tirante Barra Diwidag	Paramento	1,47	1,45	0,00	Centrati	1	5.00	--	11,00	7,00
2	Tirante Barra Diwidag	Paramento	3,53	1,30	0,00	Centrati	1	5.00	--	11,00	9,00

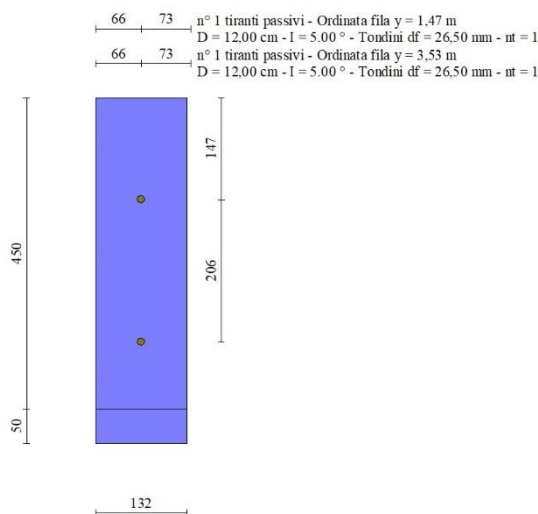


Fig. 2 - Prospetto del paramento con i tiranti



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 94 di 140

## Vincoli

### Simbologia adottata

n° indice del vincolo  
X, Y Posizione del vincolo sul muro, espressa in [m]  
Vx, Vy Vincolo alla traslazione orizzontale e verticale (Rigido o Elastico)  
Kx, Ky Rigidezza del vincolo elastico, espressa in [kg/cm]  
Dir Direzione reazione vincolo

n°	X [m]	Y [m]	Vx	Kx [kg/cm]	Dir	Vy	Ky [kg/cm]	Dir
1	0,00	0,00	Rigido	--	Reagisce a spostamenti verso MONTE	Libero	--	--

## Descrizione terreni

- Come casi precedenti

-	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>3</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>3</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>3</sup> ]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	4,60	0.000	Terreno riporto	0.000	0.000	---	---	---	---	---
2	3,00	0.000	Terreno Fondazione	3.253	2.113	---	---	---	---	---

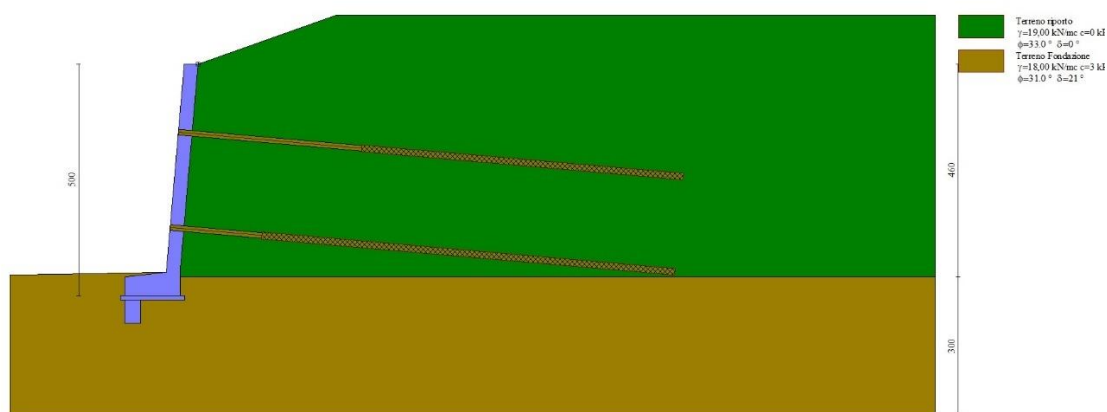


Fig. 3 - Stratigrafia

## Condizioni di carico e coefficienti

- Come casi precedenti

## Opzioni di calcolo

- Come casi precedenti

## Risultati per involucro

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione  
A Tipo azione  
I Inclinazione della spinta, espressa in [°]  
V Valore dell'azione, espressa in [kN]  
Cx, Cy Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]  
Px, Py Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	215,21	-1,74	215,11	-6,54	0,00	-3,21
	Peso/Inerzia muro			0,00	51,85/0,00	-0,62	-3,21
	Resistenza passiva terreno antistante			-3,19			
	Resistenza passiva sperone			-8,87			

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)

IC	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
	Resistenza tiranti			-248,42	21,73	-0,53	-2,63
	Reazione vincolare			3,79	0,00	0,00	0,00
2	Spinta statica	118,25	-2,21	118,16	-4,55	0,00	-2,97
	Incremento di spinta sismica		73,50	73,44	-2,83	0,00	-2,51
	Peso/Inerzia muro			10,06	51,85/5,03	-0,62	-3,21
	Resistenza passiva terreno antistante			-3,19			
	Resistenza passiva sperone			-8,87			
	Resistenza tiranti			-248,42	21,73	-0,53	-2,63
	Reazione vincolare			3,79	0,00	0,00	0,00

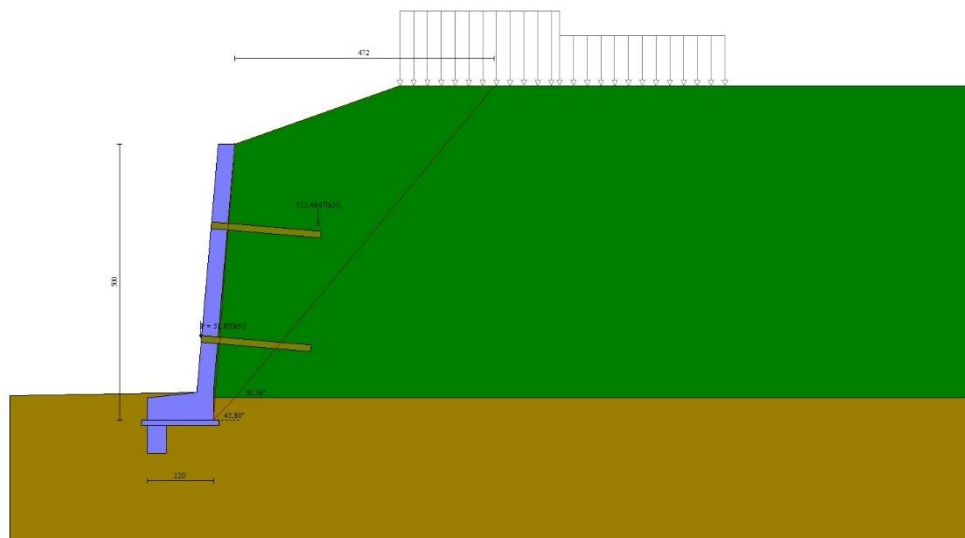


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

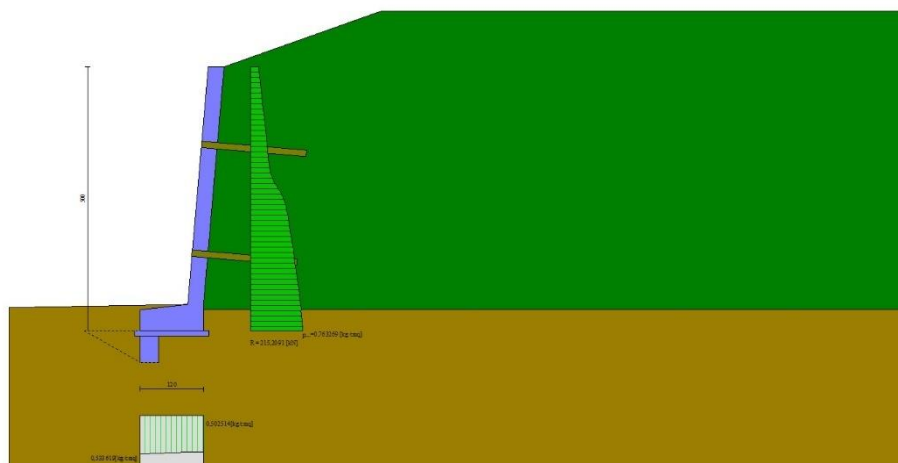


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

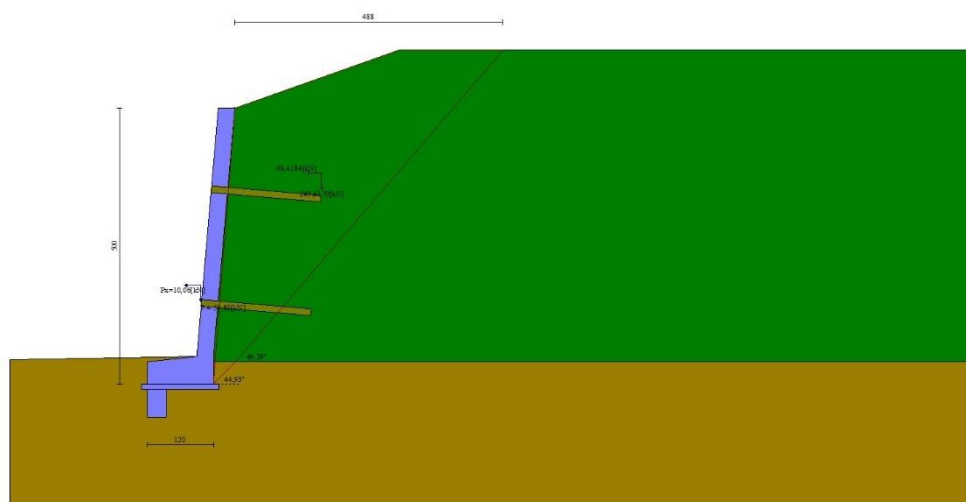


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

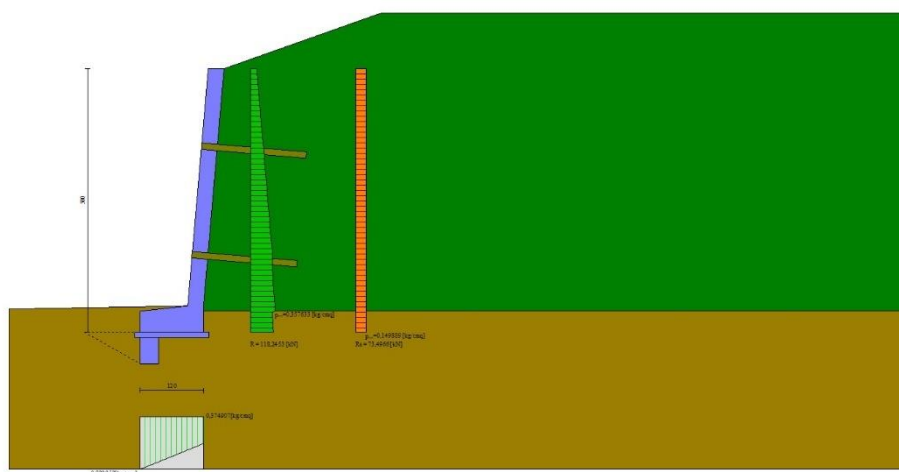


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.295		1.641			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.387		2.938			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.520		3.256			
4 - STR (A1-M1-R3)		1.314		1.462			
5 - STR (A1-M1-R3)		1.295		1.641			



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 97 di 140

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
6 - STR (A1-M1-R3)		1.314		1.462			
7 - GEO (A2-M2-R2)					1.382		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.898		
9 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.895		

## Verifica a scorrimento fondazione

### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	23,00	3,19	8,87	--	248,42	283,49	218,90	1.295
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	24,52	3,19	8,87	--	248,42	285,00	205,45	1.387

## Dettagli verifica a scorrimento

### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kN]
φ <sub>RP</sub>	Angolo di rottura passiva, espresso in [°]
Nrpp	Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kN]
Lr	Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss [kN]	φ <sub>RP</sub>	Nrpp [kN]	Lr [m]
1	0,00	29.500	60,98	1,20
2	0,00	29.500	64,98	1,20

## Verifica a carico limite

### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
4 - STR (A1-M1-R3)	76,13	111,27	79,48	1.462
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	64,98	190,89	159,08	2.938

## Dettagli calcolo portanza

### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B <sub>y</sub> N <sub>y</sub> viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).	

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
4	32.671	0.431	1.143	--	--	--	--	--	--	0.706	1.000
	20.631	0.431	1.071	--	--	--	--	--	--		
	18.564	0.000	1.071	--	--	--	--	--	--		
2	32.671	0.543	1.143	--	--	--	--	--	--	0.898	1.000

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 98 di 140

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
	20.631 18.564	0.543 0.055	1.071 1.071	-- --	-- --	-- --	-- --				

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc]	c [kPa]
4	0,48	1,20	1,06	18,00	31,00	3
2	0,48	1,20	1,06	18,00	31,00	3

## Verifica stabilità globale muro + terreno

### Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione  
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
R Raggio, espresso in [m]  
FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
7 - GEO (A2-M2-R2)	-1,50; 3,50	9,11	1.382
9 - GEO (A2-M2-R2) H - V	0,00; 4,50	10,23	1.895

## Dettagli strisce verifiche stabilità

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
W peso della striscia espresso in [kN]  
Qy carico sulla striscia espresso in [kN]  
Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]  
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	6,86	40,10	0,00	7,29 - 0,52	69.442	27.453	0	0,0	
2	18,50	40,10	0,00	0,52	61.712	27.453	0	0,0	
3	27,01	46,52	0,00	0,52	55.378	27.453	0	0,0	37,04; 0,00
4	33,79	59,79	0,00	0,52	49.954	27.453	0	0,0	
5	39,44	59,79	0,00	0,52	45.093	27.453	0	0,0	
6	44,22	59,79	0,00	0,52	40.620	27.453	0	0,0	
7	48,33	59,79	0,00	0,52	36.431	27.453	0	0,0	76,72; 0,00
8	51,87	59,79	0,00	0,52	32.458	27.453	0	0,0	
9	54,39	14,72	0,00	0,52	28.655	27.453	0	0,0	
10	55,15	0,00	0,00	0,52	24.985	25.673	2	0,0	
11	55,43	0,00	0,00	0,52	21.423	25.673	2	0,0	
12	55,35	0,00	0,00	0,52	17.945	25.673	2	0,0	
13	54,96	0,00	0,00	0,52	14.535	25.673	2	0,0	
14	54,25	0,00	0,00	0,52	11.178	25.673	2	0,0	
15	55,96	0,00	0,00	0,52	7.858	25.673	2	0,0	
16	13,64	0,00	0,00	0,52	4.566	25.673	2	0,0	
17	12,99	0,00	0,00	0,52	1.288	25.673	2	0,0	
18	10,45	0,00	0,00	0,52	-1.986	25.673	2	0,0	
19	9,80	0,00	0,00	0,52	-5.266	25.673	2	0,0	
20	9,12	0,00	0,00	0,52	-8.563	25.673	2	0,0	
21	8,15	0,00	0,00	0,52	-11.889	25.673	2	0,0	
22	6,89	0,00	0,00	0,52	-15.257	25.673	2	0,0	
23	5,31	0,00	0,00	0,52	-18.680	25.673	2	0,0	
24	3,40	0,00	0,00	0,52	-22.174	25.673	2	0,0	
25	1,14	0,00	0,00	-5,72 - 0,52	-24.924	25.673	2	0,0	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	7,09	0,00	0,00	9,65 - 0,58	66.008	33.000	0	0,0	
2	19,50	0,00	0,00	0,58	59.282	33.000	0	0,0	
3	29,06	0,00	0,00	0,58	53.414	33.000	0	0,0	
4	36,85	0,00	0,00	0,58	48.281	33.000	0	0,0	26,18; 0,00
5	43,40	0,00	0,00	0,58	43.627	33.000	0	0,0	
6	48,99	0,00	0,00	0,58	39.312	33.000	0	0,0	
7	53,81	0,00	0,00	0,58	35.250	33.000	0	0,0	
8	57,97	0,00	0,00	0,58	31.384	33.000	0	0,0	59,78; 0,00
9	61,53	0,00	0,00	0,58	27.671	33.000	0	0,0	
10	64,47	0,00	0,00	0,58	24.082	31.000	3	0,0	
11	66,93	0,00	0,00	0,58	20.591	31.000	3	0,0	
12	68,74	0,00	0,00	0,58	17.178	31.000	3	0,0	
13	68,49	0,00	0,00	0,58	13.827	31.000	3	0,0	
14	67,56	0,00	0,00	0,58	10.524	31.000	3	0,0	
15	66,26	0,00	0,00	0,58	7.257	31.000	3	0,0	
16	64,62	0,00	0,00	0,58	4.012	31.000	3	0,0	
17	63,41	0,00	0,00	0,58	0.781	31.000	3	0,0	

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)

STUDIO TECNICO **CAPRONI**Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVOdoc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 99 di 140

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
18	50,29	0,00	0,00	0,58	-2.448	31.000	3	0,0	
19	14,18	0,00	0,00	0,58	-5.684	31.000	3	0,0	
20	13,30	0,00	0,00	0,58	-8.939	31.000	3	0,0	
21	10,14	0,00	0,00	0,58	-12.224	31.000	3	0,0	
22	8,55	0,00	0,00	0,58	-15.550	31.000	3	0,0	
23	6,58	0,00	0,00	0,58	-18.930	31.000	3	0,0	
24	4,21	0,00	0,00	0,58	-22.381	31.000	3	0,0	
25	1,42	0,00	0,00	-4,76 - 0,58	-25.093	31.000	3	0,0	

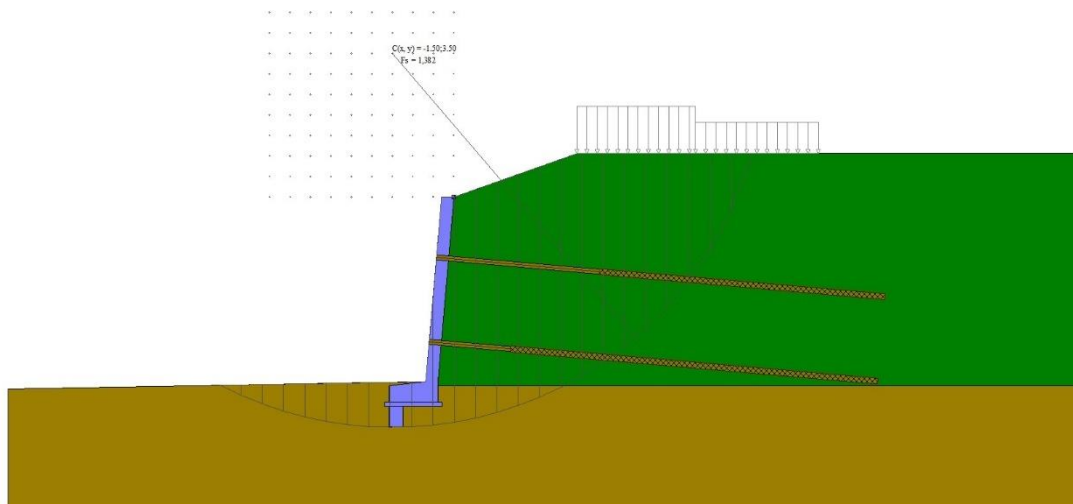


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 7)

## Tiranti

### Simbologia adottata

It      Indice tirante (tra parentesi viene indicata la posizione P: paramento, F: fondazione)  
 S      Ordinata sul paramento o ascissa sulla fondazione, espressa in [m]  
 Ic      Indice combinazione

## Dettagli di calcolo

### Simbologia adottata

Lf      Lunghezza bulbo fondazione necessaria ad assorbire il tiro in esercizio, espressa in [m]. In grassetto la lunghezza usata nel calcolo della resistenza  
 Lt      Lunghezza totale (lunghezza del bulbo di fondazione + tratto inefficace), espressa in [m]. In grassetto la lunghezza massima  
 N      Tiro in esercizio sul tirante, espresso in [kN]. In grassetto il tiro massimo in esercizio  
 Nx/ml, Ny/ml      Componente in direzione X ed Y del tiro a metro lineare, espresso in [kN]  
 R      Resistenza di progetto, espresso in [kN]  
 Rx/ml, Ry/ml      Resistenza in direzione X ed Y a metro lineare, espressa in [kN]

It	S [m]	Ic	Lf [m]	Lt [m]	N [kN]	Nx/ml [kN]	Ny/ml [kN]	R [kN]	Rx/ml [kN]	Ry/ml [kN]
1 [P]	1,47	1	4,10	8,10	82,70	62,41	5,46	142,51	62,41	5,46
		2	5,60	9,60	114,19	86,18	7,54	142,51	86,18	7,54
		3	5,00	9,00	101,51	76,61	6,70	142,51	76,61	6,70
		4	4,30	8,30	87,25	65,85	5,76	142,51	65,85	5,76
		5	4,10	8,10	82,70	62,41	5,46	142,51	62,41	5,46
		6	4,30	8,30	87,25	65,85	5,76	142,51	65,85	5,76
		10	4,60	8,60	94,22	71,11	6,22	142,51	71,11	6,22
		11	5,60	9,60	114,26	86,23	7,54	142,51	86,23	7,54
		12	5,00	9,00	101,65	76,71	6,71	142,51	76,71	6,71
		13	2,90	6,90	70,49	53,20	4,65	171,01	53,20	4,65
		14	2,80	6,80	68,47	51,67	4,52	171,01	51,67	4,52
		15	2,50	6,50	61,90	46,71	4,09	171,01	46,71	4,09
		16	3,40	7,40	82,00	61,89	5,41	171,01	61,89	5,41
		17	3,10	7,10	76,16	57,48	5,03	171,01	57,48	5,03
			<b>7,00</b>	<b>11,00</b>	<b>114,26</b>					
2 [P]	3,53	1	7,60	9,60	154,51	116,61	10,20	182,65	116,61	10,20
		2	5,90	7,90	120,22	90,73	7,94	182,65	90,73	7,94
		3	5,30	7,30	108,22	81,68	7,15	182,65	81,68	7,15
		4	7,10	9,10	143,90	108,60	9,50	182,65	108,60	9,50
		5	7,60	9,60	154,51	116,61	10,20	182,65	116,61	10,20
		6	7,10	9,10	143,90	108,60	9,50	182,65	108,60	9,50
		10	6,20	8,20	126,34	95,35	8,34	182,65	95,35	8,34

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 100 di 140

It	S [m]	Ic	Lf [m]	Lt [m]	N [kN]	Nx/ml [kN]	Ny/ml [kN]	R [kN]	Rx/ml [kN]	Ry/ml [kN]
		11	5,90	7,90	119,96	90,53	7,92	182,65	90,53	7,92
		12	5,30	7,30	107,67	81,26	7,11	182,65	81,26	7,11
		13	4,10	6,10	100,51	75,85	6,64	219,18	75,85	6,64
		14	3,60	5,60	88,01	66,42	5,81	219,18	66,42	5,81
		15	2,80	4,80	68,50	51,70	4,52	219,18	51,70	4,52
		16	3,60	5,60	88,27	66,62	5,83	219,18	66,62	5,83
		17	3,40	5,40	82,62	62,35	5,46	219,18	62,35	5,46
			<b>9,00</b>	<b>11,00</b>	<b>154,51</b>					

## Verifica di resistenza allo sfilamento

### Simbologia adottata

R1	Resistenza allo sfilamento del tirante dal terreno, espressa in [kN]
R2	Resistenza di aderenza malta-armatura, espressa in [kN]
R3	Resistenza malta, espressa in [kN]
R	Resistenza (minimo tra R1, R2 e R3), espressa in [kN]
N	Tiro in esercizio sul tirante, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/N)

It	S [m]	Ic	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]	R [kN]	N [kN]	FS
1 [P]	1,47	1	142,51	957,77	4770,78	142,51	82,70	1.723
		2	142,51	957,77	4770,78	142,51	114,19	1.248
		3	142,51	957,77	4770,78	142,51	101,51	1.404
		4	142,51	957,77	4770,78	142,51	87,25	1.633
		5	142,51	957,77	4770,78	142,51	82,70	1.723
		6	142,51	957,77	4770,78	142,51	87,25	1.633
		10	142,51	957,77	4770,78	142,51	94,22	1.512
		11	142,51	957,77	4770,78	142,51	114,26	1.247
		12	142,51	957,77	4770,78	142,51	101,65	1.402
		13	171,01	957,77	4770,78	171,01	70,49	2.426
		14	171,01	957,77	4770,78	171,01	68,47	2.498
		15	171,01	957,77	4770,78	171,01	61,90	2.763
		16	171,01	957,77	4770,78	171,01	82,00	2.085
		17	171,01	957,77	4770,78	171,01	76,16	2.245
2 [P]	3,53	1	182,65	1231,42	6133,86	182,65	154,51	1.182
		2	182,65	1231,42	6133,86	182,65	120,22	1.519
		3	182,65	1231,42	6133,86	182,65	108,22	1.688
		4	182,65	1231,42	6133,86	182,65	143,90	1.269
		5	182,65	1231,42	6133,86	182,65	154,51	1.182
		6	182,65	1231,42	6133,86	182,65	143,90	1.269
		10	182,65	1231,42	6133,86	182,65	126,34	1.446
		11	182,65	1231,42	6133,86	182,65	119,96	1.523
		12	182,65	1231,42	6133,86	182,65	107,67	1.696
		13	219,18	1231,42	6133,86	219,18	100,51	2.181
		14	219,18	1231,42	6133,86	219,18	88,01	2.490
		15	219,18	1231,42	6133,86	219,18	68,50	3.200
		16	219,18	1231,42	6133,86	219,18	88,27	2.483
		17	219,18	1231,42	6133,86	219,18	82,62	2.653

## Verifica delle tensioni massime nell'armatura del tirante

### Simbologia adottata

N <sub>MAX</sub>	Tiro massimo in esercizio sul tirante, espresso in [kN]
A	Area del tirante, espresso in [cmq]
σ <sub>f</sub>	Tensione nel tirante (N <sub>MAX</sub> /A), espresso in [kPa]
σ <sub>lim</sub>	Tensione limite dell'acciaio del tirante, espresso in [kPa]

It	S [m]	N <sub>MAX</sub> [kN]	A [cmq]	σ <sub>f</sub> [kPa]	σ <sub>lim</sub> [kPa]
1 [P]	1,47	114,26	5,52	207156	826087
2 [P]	3,53	154,51	5,52	280148	826087

## Sollecitazioni

### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

n°	Indice della sezione
X	Posizione della sezione, espresso in [m]
N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)
La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.	

### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub>	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M <sub>xy</sub>	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)	

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



*Piastra paramento*

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
26	<b>4,04</b> (1)	13,47 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	19,88 (1)	MAX
62	<b>-64,54</b> (1)	-70,08 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	12,49 (1)	MIN
26	4,04 (1)	<b>13,47</b> (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	19,88 (1)	MAX
62	-64,54 (1)	<b>-70,08</b> (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	12,49 (1)	MIN
49	-19,22 (1)	-23,27 (1)	<b>3,61</b> (1)	-52,88 (1)	72,02 (1)	MAX
47	-19,22 (1)	-23,27 (1)	<b>-3,61</b> (1)	52,88 (1)	72,02 (1)	MIN
61	-10,89 (1)	-27,83 (1)	-0,03 (1)	<b>251,00</b> (1)	4,86 (1)	MAX
63	-10,89 (1)	-27,83 (1)	0,03 (1)	<b>-251,00</b> (1)	4,86 (1)	MIN
48	-20,65 (1)	-13,43 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	<b>254,28</b> (1)	MAX
78	-20,03 (1)	-13,91 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	<b>-231,29</b> (1)	MIN

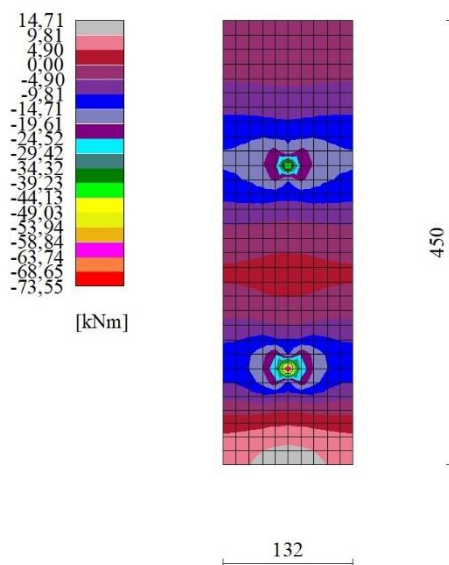


Fig. 9 - Piastra paramento - Momento My (Combinazione n° 1)

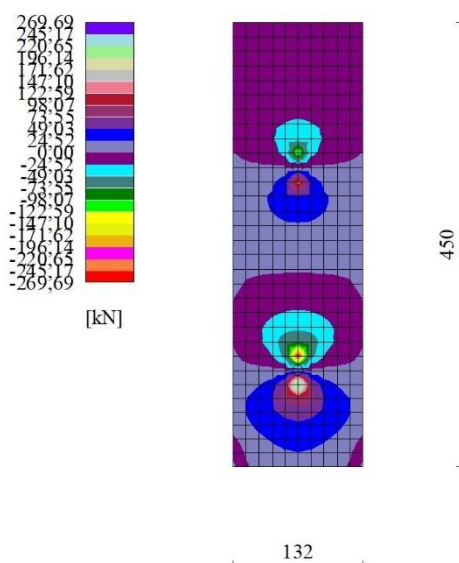


Fig. 10 - Piastra paramento - Taglio Ty (Combinazione n° 1)

*Fondazione*

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



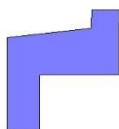
STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 102 di 140

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-1,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1,49	0,00	0,00	2,76	4,54	0,14	0,23
3	-1,39	0,00	0,00	5,46	8,77	0,55	0,90
4	-1,29	0,00	0,00	8,11	12,67	1,23	1,97
5	-1,19	0,00	0,00	11,44	17,00	2,19	3,44
6	-1,09	0,00	0,00	15,37	21,75	3,53	5,38
7	-0,99	0,00	0,00	18,96	26,18	5,28	7,78
8	-0,89	0,00	0,00	22,37	30,29	7,41	10,60
9	-0,79	0,00	0,00	25,61	34,08	9,82	13,83
10	-0,69	0,00	0,00	28,54	38,54	12,54	17,41



120

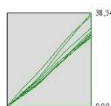
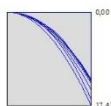


Fig. 11 - Fondazione

## Verifiche strutturali

### Verifiche a flessione

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

n°	indice sezione
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]
Mrd	momento resistente espresso in [kNm]
Nrd	sforzo normale resistente espresso in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi, Afs	area ferri inferiori e superiori, espresso in [cmq]
Mp, Mn	momento positivo e negativo agente espressa in [kNm]
Mrd	momento resistente espresso in [kNm]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

## Paramento

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	Mrd [kNm]	FS
1-4-P	4,52	4,52	0,55	-6,70	-45,75	4.875 (1)
2-4-P	4,52	4,52	0,00	-15,77	-45,75	2.901 (1)
3-4-P	4,52	4,52	0,00	-3,08	-45,75	14.841 (2)
4-4-P	4,52	4,52	0,00	-15,65	-45,75	2.923 (2)
5-4-P	4,52	4,52	0,19	-0,88	-45,75	52.154 (2)
6-13-S	4,62	4,62	0,00	-21,46	-45,86	2.137 (2)

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 103 di 140

Is	Afi	Afs	Mp	Mn	Mrd	FS
	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
7-13-S	4,62	4,62	0,00	-21,46	-45,86	2.137 (2)

## Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mrd	Nrd	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	41	10,05	10,05	0,23	0,00	137,79	0,00	599.825
3	100	42	10,05	10,05	0,90	0,00	142,00	0,00	158.178
4	100	43	10,05	10,05	1,97	0,00	146,22	0,00	74.135
5	100	44	10,05	10,05	3,44	0,00	150,45	0,00	43.731
6	100	46	10,05	10,05	5,38	0,00	154,68	0,00	28.750
7	100	47	10,05	10,05	7,78	0,00	158,92	0,00	20.429
8	100	48	10,05	10,05	10,60	0,00	163,16	0,00	15.386
9	100	49	10,05	10,05	13,83	0,00	167,41	0,00	12.108
10	100	50	10,05	10,05	17,41	0,00	171,66	0,00	9.860

## Sperone

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mrd	Nrd	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	35	5,65	5,65	-25,44	0,00	-66,89	0,00	2.629

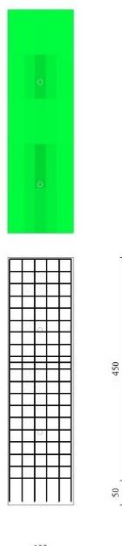


Fig. 12 - Piastra paramento dir. X (Inviluppo)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 104 di 140

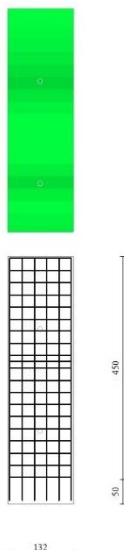


Fig. 13 - Piastra paramento dir. Y (Inviluppo)

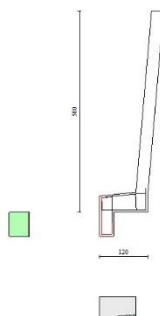


Fig. 14 - Fondazione (Inviluppo)

### Verifiche a taglio

#### Simbologia adottata

n° (o Is)	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A <sub>sw</sub>	area ferri a taglio espressa in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V <sub>Rcd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V <sub>Rd</sub>	resistenza di progetto a taglio espressa in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A <sub>sw</sub> >0.0) V <sub>Rd</sub> =min(V <sub>Rcd</sub> , V <sub>Rsd</sub> ).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

#### Paramento

Is	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotg (θ)	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1-1-P	90	30	0,00	0.000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 105 di 140

Is	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotg (θ)	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
2-1-P	90	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
3-1-P	90	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
4-1-P	90	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-1-P	90	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-1-S	66	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
7-1-S	66	30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)

## Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	201,01	0,00	100.000
2	100	41	0,00	--	0,00	0,00	203,80	-4,54	44.876
3	100	42	0,00	--	0,00	0,00	206,56	-8,77	23.564
4	100	43	0,00	--	0,00	0,00	209,29	-12,67	16.513
5	100	44	0,00	--	0,00	0,00	211,98	-17,00	12.469
6	100	46	0,00	--	0,00	0,00	214,65	-21,75	9.871
7	100	47	0,00	--	0,00	0,00	217,29	-26,18	8.301
8	100	48	0,00	--	0,00	0,00	219,90	-30,29	7.260
9	100	49	0,00	--	0,00	0,00	222,48	-34,08	6.528
10	100	50	0,00	--	0,00	0,00	225,03	-38,54	5.839

## Sperone

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	35	0,00	--	0,00	0,00	155,16	-63,58	2.441

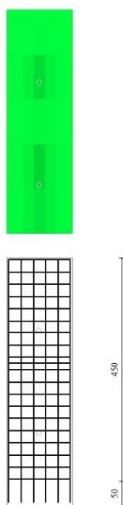


Fig. 15 - Piastra paramento dir. X (Inviluppo)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 106 di 140

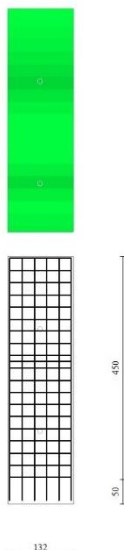


Fig. 16 - Piastra paramento dir. Y (Inviluppo)

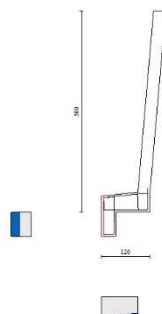


Fig. 17 - Fondazione (Inviluppo)

### Verifica a punzonamento

#### Simbologia adottata

OP	Oggetto che viene punzonato
P	Oggetto che punzona
$c_1, c_2$	Dimensioni pilastro nelle due direzioni, espressa in [mm]
d	Altezza utile della fondazione, espressa in [mm]
$u_0$	Lunghezza perimetro di verifica a faccia pilastro, espresso in [mm]
$u_1$	Lunghezza perimetro di verifica per effetto della diffusione, espresso in [mm]
$\rho_y, \rho_z$	Percentuali di armatura piastra in zona tesa
dpc, duc	distanza della prima e dell'ultima cucitura dalla faccia del pilastro
$V_{Ed,i}$	Tensione di taglio sul perimetro del pilastro, espressa in [kPa]
$V_{Rd,max}$	Valore di progetto del massimo taglio-punzonamento resistente, espressa in [kPa]
$V_{Ed,f}$	Tensione di taglio sul perimetro di verifica $u_1$ , espresso in [kPa]
$V_{Rd,cf}$	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente senza armature sul perimetro di verifica $u_1$ , espresso in [kPa]
$V_{Rd,cs}$	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente con armature, espresso in [kPa]
nsc	Numero di serie di cuciture
nc	Numero di cuciture
FS	Fattore di sicurezza (minore tra i rapporti $V_{Rd,max}/V_{Ed,i}$ , $V_{Rd,cf}/V_{Ed,f}$ e $V_{Rd,cs}/V_{Ed,f}$ )

### Punzonamento tiranti

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)

STUDIO TECNICO **CAPRONI**Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVOdoc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 107 di 140

OP	P	c <sub>1</sub> [mm]	c <sub>2</sub> [mm]	d [mm]	u <sub>0</sub> [mm]	u <sub>1</sub> [mm]	p <sub>y</sub> [%]	p <sub>z</sub> [%]	dpc [mm]	duc [mm]	nsc	nc
n° 1	Tirante n° 1	199	199	247	627	3741	0.30992	0.36733	0	0	0	0
n° 1	Tirante n° 2	199	199	247	627	3741	0.30992	0.33637	0	0	0	0

**Verifica delle tensioni****Simbologia adottata**

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σc	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σfi	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σfs	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

**Combinazioni SLER**Piastra paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19920	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1-4-P	90	30	4,52	4,52	0,54	-4,03	731 (13)	2820 (13)	41977 (13)
2-4-P	90	30	4,52	4,52	0,00	-9,94	1360 (13)	5249 (13)	78122 (13)
3-4-P	90	30	4,52	4,52	0,00	-2,16	320 (16)	1234 (16)	18361 (16)
4-4-P	90	30	4,52	4,52	0,00	-11,26	1674 (16)	6458 (16)	96129 (16)
5-4-P	90	30	4,52	4,52	0,13	-0,66	100 (16)	2686 (16)	5744 (16)
6-13-S	66	30	4,62	4,62	0,00	-15,08	2592 (16)	13426 (16)	126599 (16)
7-13-S	66	30	4,62	4,62	0,00	-15,08	2592 (16)	13426 (16)	126599 (16)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19920	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	41	10,05	10,05	0,18	0,00	11 (16)	446 (13)	60 (13)
3	100	42	10,05	10,05	0,71	0,00	41 (16)	1702 (13)	229 (13)
4	100	43	10,05	10,05	1,57	0,00	87 (16)	3657 (13)	493 (13)
5	100	44	10,05	10,05	2,74	0,00	145 (16)	6263 (13)	846 (13)
6	100	46	10,05	10,05	4,32	0,00	219 (16)	9723 (13)	1316 (13)
7	100	47	10,05	10,05	6,31	0,00	307 (16)	13977 (13)	1895 (13)
8	100	48	10,05	10,05	8,68	0,00	404 (16)	18929 (13)	2568 (13)
9	100	49	10,05	10,05	11,40	0,00	510 (16)	24489 (13)	3324 (13)
10	100	50	10,05	10,05	14,46	0,00	621 (16)	30580 (13)	4151 (13)

Sperone

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19920	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	35	5,65	5,65	-70,50	0,00	7550 (15)	29140 (15)	442608 (15)

**Combinazioni SLEF**Piastra paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19920	[kPa]
---	-------	-------

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 108 di 140

Tensione massima di trazione dell'acciaio

360000

[kPa]

Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1-4-P	90	30	4,52	4,52	0,54	-4,03	731 (13)	2820 (13)	41977 (13)
2-4-P	90	30	4,52	4,52	0,00	-9,94	1360 (13)	5249 (13)	78122 (13)
3-4-P	90	30	4,52	4,52	0,00	-2,16	320 (16)	1234 (16)	18361 (16)
4-4-P	90	30	4,52	4,52	0,00	-11,26	1674 (16)	6458 (16)	96129 (16)
5-4-P	90	30	4,52	4,52	0,13	-0,66	100 (16)	2686 (16)	5744 (16)
6-13-S	66	30	4,62	4,62	0,00	-15,08	2592 (16)	13426 (16)	126599 (16)
7-13-S	66	30	4,62	4,62	0,00	-15,08	2592 (16)	13426 (16)	126599 (16)

## Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

19920

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

360000

[kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	41	10,05	10,05	0,18	0,00	11 (16)	446 (13)	60 (13)
3	100	42	10,05	10,05	0,71	0,00	41 (16)	1702 (13)	229 (13)
4	100	43	10,05	10,05	1,57	0,00	87 (16)	3657 (13)	493 (13)
5	100	44	10,05	10,05	2,74	0,00	145 (16)	6263 (13)	846 (13)
6	100	46	10,05	10,05	4,32	0,00	219 (16)	9723 (13)	1316 (13)
7	100	47	10,05	10,05	6,31	0,00	307 (16)	13977 (13)	1895 (13)
8	100	48	10,05	10,05	8,68	0,00	404 (16)	18929 (13)	2568 (13)
9	100	49	10,05	10,05	11,40	0,00	510 (16)	24489 (13)	3324 (13)
10	100	50	10,05	10,05	14,46	0,00	621 (16)	30580 (13)	4151 (13)

## Sperone

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

19920

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

360000

[kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	35	5,65	5,65	-70,50	0,00	7550 (15)	29140 (15)	442608 (15)

## Combinazioni SLEQ

### Piastra paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

19920

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

360000

[kPa]

Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1-4-P	90	30	4,52	4,52	0,54	-4,03	731 (13)	2820 (13)	41977 (13)
2-4-P	90	30	4,52	4,52	0,00	-9,94	1360 (13)	5249 (13)	78122 (13)
3-4-P	90	30	4,52	4,52	0,00	-2,16	320 (16)	1234 (16)	18361 (16)
4-4-P	90	30	4,52	4,52	0,00	-11,26	1674 (16)	6458 (16)	96129 (16)
5-4-P	90	30	4,52	4,52	0,13	-0,66	100 (16)	2686 (16)	5744 (16)
6-13-S	66	30	4,62	4,62	0,00	-15,08	2592 (16)	13426 (16)	126599 (16)
7-13-S	66	30	4,62	4,62	0,00	-15,08	2592 (16)	13426 (16)	126599 (16)

## Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

19920

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

360000

[kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	41	10,05	10,05	0,18	0,00	11 (16)	446 (13)	60 (13)
3	100	42	10,05	10,05	0,71	0,00	41 (16)	1702 (13)	229 (13)
4	100	43	10,05	10,05	1,57	0,00	87 (16)	3657 (13)	493 (13)
5	100	44	10,05	10,05	2,74	0,00	145 (16)	6263 (13)	846 (13)
6	100	46	10,05	10,05	4,32	0,00	219 (16)	9723 (13)	1316 (13)
7	100	47	10,05	10,05	6,31	0,00	307 (16)	13977 (13)	1895 (13)
8	100	48	10,05	10,05	8,68	0,00	404 (16)	18929 (13)	2568 (13)

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVOdoc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 109 di 140

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
9	100	49	10,05	10,05	11,40	0,00	510 (16)	24489 (13)	3324 (13)
10	100	50	10,05	10,05	14,46	0,00	621 (16)	30580 (13)	4151 (13)

Sperone

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	35	5,65	5,65	-70,50	0,00	7550 (15)	29140 (15)	442608 (15)

Verifica a fessurazione

## Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di formazione/apertura fessure espressa in [kNm]
$\varepsilon$	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

**Combinazioni SLEF**Piastra paramentoApertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$ 

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	$\varepsilon$ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1-1-P	90	30	4,52	738,45	0,22	-53,84	0,000000	0,00	0,000
2-1-P	90	30	4,52	738,45	0,17	-53,84	0,000000	0,00	0,000
3-1-P	90	30	4,52	738,45	-0,09	-53,84	0,000000	0,00	0,000
4-1-P	90	30	4,52	738,45	0,05	-53,84	0,000000	0,00	0,000
5-1-P	90	30	4,52	738,45	-0,03	-53,84	0,000000	0,00	0,000
6-1-S	66	30	4,62	525,59	4,36	40,46	0,000000	0,00	0,000
7-1-S	66	30	4,62	525,59	4,36	40,46	0,000000	0,00	0,000

FondazioneApertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$ 

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	$\varepsilon$ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (14)
2	100	41	10,05	1086,36	0,15	118,29	0,000000	0,00	0,000 (14)
3	100	42	10,05	1118,59	0,60	124,62	0,000000	0,00	0,000 (14)
4	100	43	10,05	1150,87	1,32	131,11	0,000000	0,00	0,000 (14)
5	100	44	10,05	1183,21	2,33	137,75	0,000000	0,00	0,000 (14)
6	100	46	10,05	1200,00	3,71	144,54	0,000000	0,00	0,000 (14)
7	100	47	10,05	1200,00	5,47	151,48	0,000000	0,00	0,000 (14)
8	100	48	10,05	1200,00	7,60	158,59	0,000000	0,00	0,000 (14)
9	100	49	10,05	1200,00	10,07	165,84	0,000000	0,00	0,000 (14)
10	100	50	10,05	1200,00	12,88	173,25	0,000000	0,00	0,000 (14)

SperoneApertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$ 

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	$\varepsilon$ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	35	5,65	960,21	-57,74	-81,92	0,000000	0,00	0,000 (14)

**Combinazioni SLEQ**

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)

STUDIO TECNICO **CAPRONI**Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVOdoc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 110 di 140Piastra paramentoApertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$ 

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	$\epsilon$ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1-1-P	90	30	4,52	738,45	-0,05	-53,84	0,000000	0,00	0,000
2-1-P	90	30	4,52	738,45	0,06	-53,84	0,000000	0,00	0,000
3-1-P	90	30	4,52	738,45	-0,04	-53,84	0,000000	0,00	0,000
4-1-P	90	30	4,52	738,45	0,05	-53,84	0,000000	0,00	0,000
5-1-P	90	30	4,52	738,45	-0,03	-53,84	0,000000	0,00	0,000
6-1-S	66	30	4,62	525,59	-0,48	-40,46	0,000000	0,00	0,000
7-1-S	66	30	4,62	525,59	-0,48	-40,46	0,000000	0,00	0,000

FondazioneApertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$ 

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	$\epsilon$ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (15)
2	100	41	10,05	1086,36	0,15	118,29	0,000000	0,00	0,000 (15)
3	100	42	10,05	1118,59	0,59	124,62	0,000000	0,00	0,000 (15)
4	100	43	10,05	1150,87	1,30	131,11	0,000000	0,00	0,000 (15)
5	100	44	10,05	1183,21	2,29	137,75	0,000000	0,00	0,000 (15)
6	100	46	10,05	1200,00	3,64	144,54	0,000000	0,00	0,000 (15)
7	100	47	10,05	1200,00	5,36	151,48	0,000000	0,00	0,000 (15)
8	100	48	10,05	1200,00	7,42	158,59	0,000000	0,00	0,000 (15)
9	100	49	10,05	1200,00	9,82	165,84	0,000000	0,00	0,000 (15)
10	100	50	10,05	1200,00	12,54	173,25	0,000000	0,00	0,000 (15)

SperoneApertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$ 

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	$\epsilon$ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	35	5,65	960,21	-70,50	-81,92	0,000000	0,00	0,000 (15)



## 8.7. Verifica sez. A

La sezione di calcolo A risulta la più alta, con una altezza di spinta di  $H = 5\text{m}$ .

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, 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 [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	0,00	0.000
2	1,50	0,80	28.072
3	9,50	0,80	0.000
4	16,00	0,80	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 1.000 [°]

### Geometria muro

#### *Geometria paramento e fondazione*

Lunghezza muro 1,45 [m]

#### Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	5,30	[m]
Altezza paramento libero	5,30	[m]
Spessore in sommità	0,30	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30	[m]
Inclinazione paramento esterno	5,00	[°]
Inclinazione paramento interno	-5,00	[°]

#### Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0,90	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,00	[m]
Lunghezza totale	1,20	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Altezza valle esterna	0,40	[m]
Altezza valle interna	0,50	[m]
Altezza monte interna	0,50	[m]
Altezza monte esterna	0,50	[m]
Spessore magrone	0,10	[m]

#### Sperone

Posizione	Valle	
Distanza dal tacco della fondazione	0,85	[m]
Altezza	0,60	[m]
Spessore	0,35	[m]

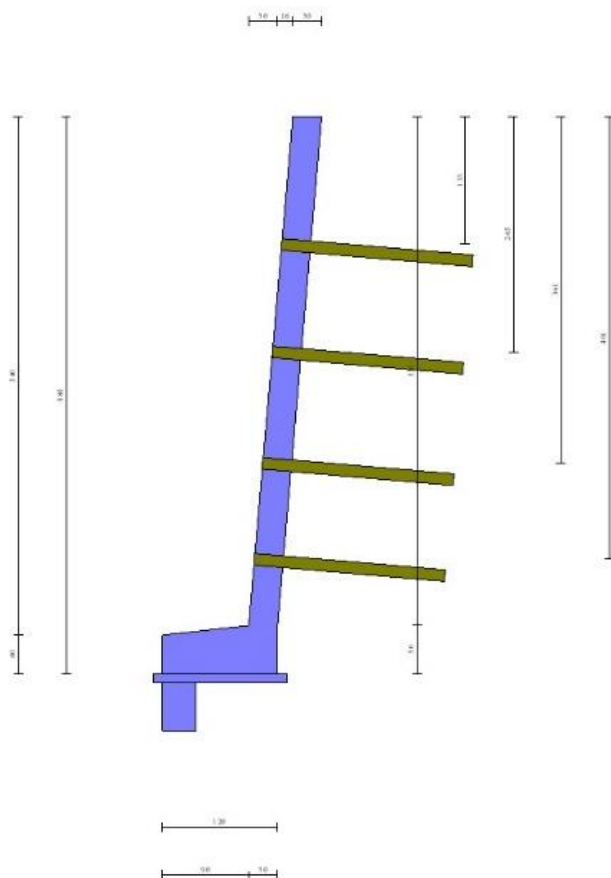


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Tiranti di ancoraggio

#### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
Dest	Destinazione del tirante (Fondazione, Paramento)
S	ordinata della fila misurata dalla testa del muro (se il tirante è posizionato sul paramento), ascissa della fila misurata dal tacco della fondazione (se il tirante è posizionato sulla fondazione) espressa in [m]
I	Interasse tra i tiranti della fila espressa in [m]
F	Franco della fila espressa in [m]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
Nt	numero di tiranti della fila
$\alpha$	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
T	tiro iniziale espresso in [kN]. Solo per i tiranti attivi
Lt, Lf	Lunghezza totale e di fondazione espressa in [m]. Definiti solo nel caso di Verifica.

n°	Tipologia	Dest	S [m]	I [m]	F [m]	ALL	Nt	$\alpha$ [°]	T [kN]	Lt [m]	Lf [m]
1	Tirante Barra Diwidag	Paramento	1,33	1,45	0,04	Centrati	1	5,00	--	11,00	7,00
2	Tirante Barra Diwidag	Paramento	2,45	1,45	0,00	Centrati	1	5,00	--	11,00	7,00
3	Tirante Barra Diwidag	Paramento	3,61	1,45	0,00	Centrati	1	5,00	--	11,00	8,50
4	Tirante Barra Diwidag	Paramento	4,61	1,45	0,50	Centrati	1	5,00	--	11,00	9,00

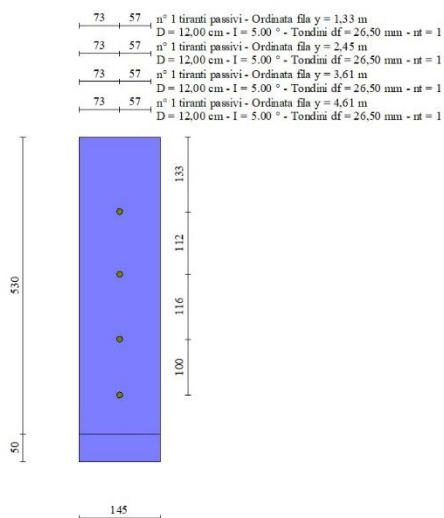


Fig. 2 - Prospetto del paramento con i tiranti

### Vincoli e terreni

- Come casi precedenti

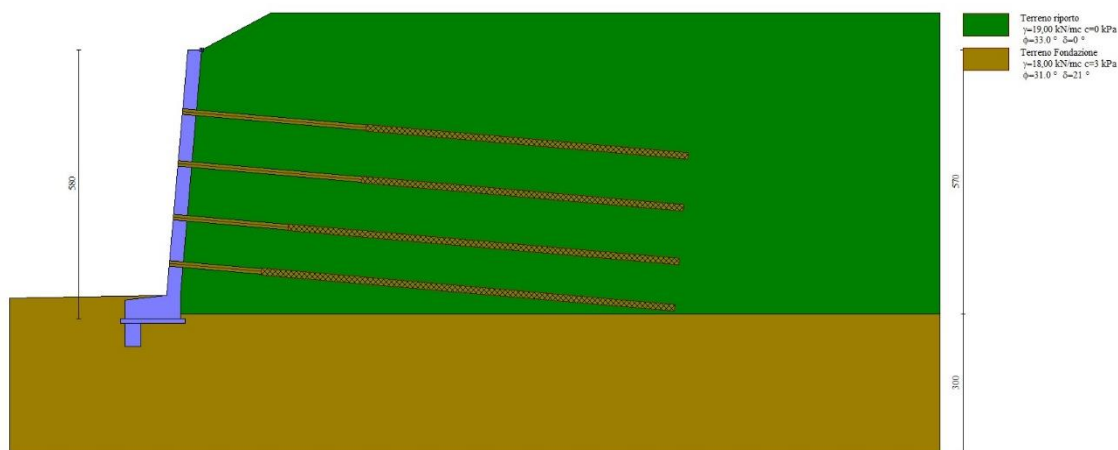


Fig. 3 - Stratigrafia

### Condizioni di carico e coefficienti

- Come casi precedenti

### Opzioni di calcolo

- Come casi precedenti



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 114 di 140

## Risultati per inviluppo

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione  
A Tipo azione  
I Inclinação della spinta, espressa in [°]  
V Valore dell'azione, espressa in [kN]  
Cx, Cy Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]  
Px, Py Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	351,04	-4,08	350,15	-24,97	0,00	-3,43
	Peso/Inerzia muro			0,00	57,74/0,00	-0,64	-3,65
	Resistenza passiva terreno antistante			-3,19			
	Resistenza passiva sperone			-8,87			
	Resistenza tiranti			-445,40	38,97	-0,57	-3,13
	Reazione vincolare			4,15	0,00	0,00	0,00
2	Spinta statica	156,96	-4,07	156,56	-11,13	0,00	-3,37
	Incremento di spinta sismica		90,40	90,17	-6,41	0,00	-2,91
	Peso/Inerzia muro			11,20	57,74/5,60	-0,64	-3,65
	Resistenza passiva terreno antistante			-3,19			
	Resistenza passiva sperone			-8,87			
	Resistenza tiranti			-445,40	38,97	-0,57	-3,13
	Reazione vincolare			4,15	0,00	0,00	0,00

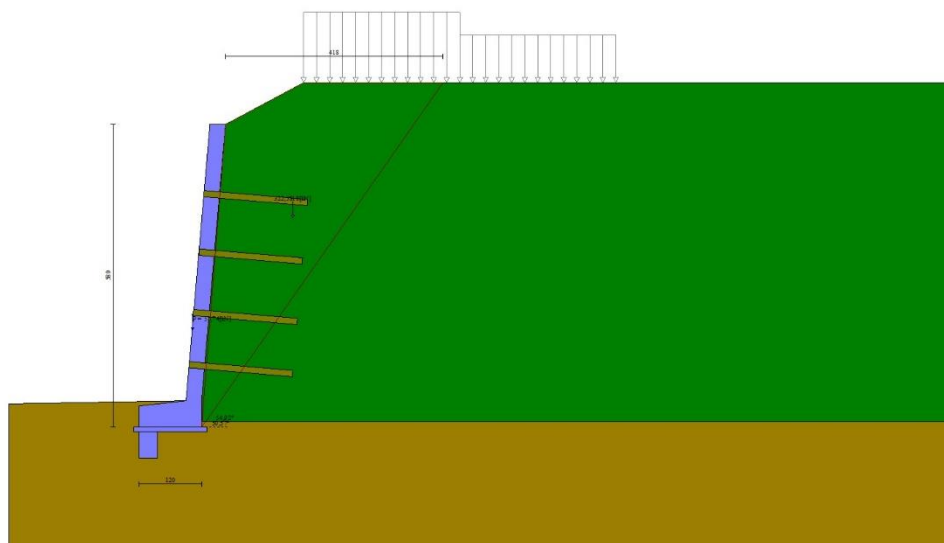


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 115 di 140

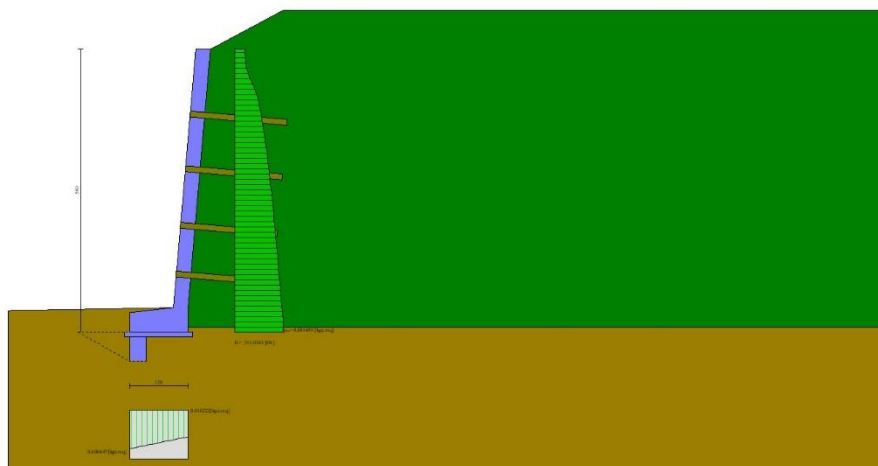


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

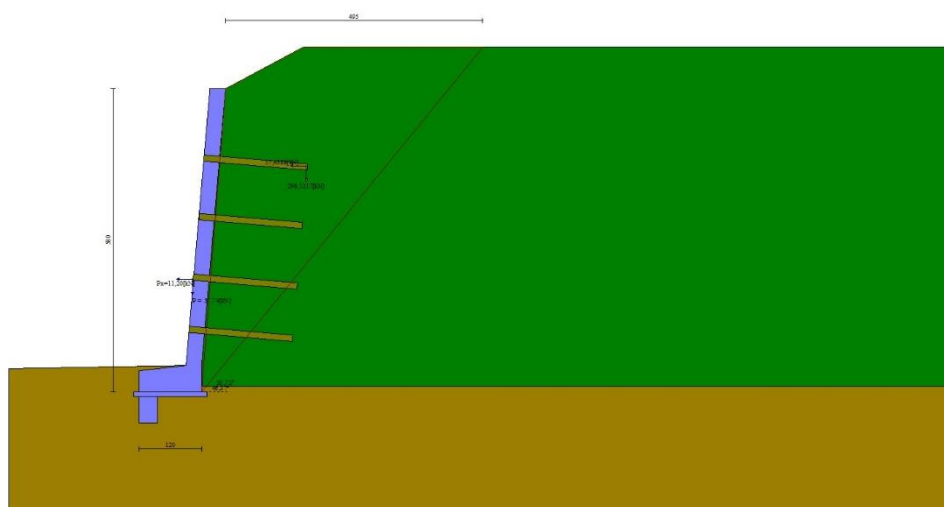


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 116 di 140

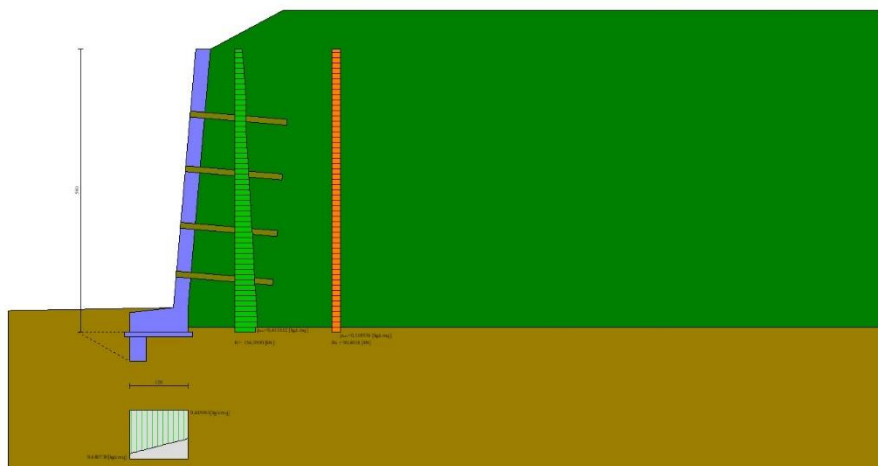


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>SUPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.355		1.730			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.841		3.003			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	2.038		3.154			
4 - STR (A1-M1-R3)		1.369		1.528			
5 - STR (A1-M1-R3)		1.355		1.730			
6 - STR (A1-M1-R3)		1.369		1.528			
7 - GEO (A2-M2-R2)					1.739		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.089		
9 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.123		

### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	22,75	3,19	8,87	--	445,40	480,22	354,30	1.355
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	25,02	3,19	8,87	--	445,40	482,48	262,09	1.841

### Dettagli verifica a scorrimento

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ncss	Carico sul cuneo di spinta passiva, espresso in [kN]
φ <sub>RP</sub>	Angolo di rottura passiva, espresso in [°]

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)





STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 117 di 140

Nrpp Carico residuo sul piano di posa, espresso in [kN]  
Lr Lunghezza base residua, espresso in [m]

n°	Ncss [kN]	$\phi_{Rp}$	Nrpp [kN]	Lr [m]
1	0,00	29.500	60,30	1,20
2	0,00	29.500	66,31	1,20

## Verifica a carico limite

### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]  
Qu carico limite del terreno, espresso in [kN]  
Qd Portanza di progetto, espresso in [kN]  
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
4 - STR (A1-M1-R3)	77,23	118,02	84,30	1.528
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	66,31	199,13	165,94	3.003

## Dettagli calcolo portanza

### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
Nc, Nq, Ny Fattori di capacità portante  
ic, iq, iy Fattori di inclinazione del carico  
dc, dq, dy Fattori di profondità del piano di posa  
gc, gq, gy Fattori di inclinazione del profilo topografico  
bc, bq, by Fattori di inclinazione del piano di posa  
sc, sq, sy Fattori di forma della fondazione  
pc, pq, py Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic  
Re Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof  
Ir, Irc Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic  
ry Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia  $0.5B_y N_y$  viene moltiplicato per questo fattore  
D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]  
B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]  
H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]  
c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]  
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
4	32.671	0.438	1.143	--	--	--	--	--	--	0.736	1.000
	20.631	0.438	1.071	--	--	--	--	--	--		
	18.564	0.000	1.071	--	--	--	--	--	--		
2	32.671	0.561	1.143	--	--	--	--	--	--	0.889	1.000
	20.631	0.561	1.071	--	--	--	--	--	--		
	18.564	0.073	1.071	--	--	--	--	--	--		

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	$\gamma$ [°]	$\phi$ [kN/mc]	c [kPa]
4	0,48	1,20	1,06	18,00	31,00	3
2	0,48	1,20	1,06	18,00	31,00	3

## Verifica stabilità globale muro + terreno

### Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione  
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
R Raggio, espresso in [m]  
FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
7 - GEO (A2-M2-R2)	-0,50; 1,50	8,00	1.739
8 - GEO (A2-M2-R2) H + V	0,00; 4,50	11,04	2.089

## Dettagli strisce verifiche stabilità

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
W peso della striscia espresso in [kN]  
Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 118 di 140

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]  
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	9,62	37,25	0,00	7,47 - 0,48	77.001	27.453	0	0,0	
2	24,08	37,25	0,00	0,48	65.384	27.453	0	0,0	18,48; 0,00
3	32,47	37,25	0,00	0,48	57.956	27.453	0	0,0	28,34; 0,00
4	38,84	37,25	0,00	0,48	51.883	27.453	0	0,0	
5	44,02	37,25	0,00	0,48	46.556	27.453	0	0,0	45,64; 0,00
6	48,34	37,25	0,00	0,48	41.715	27.453	0	0,0	
7	52,00	52,73	0,00	0,48	37.219	27.453	0	0,0	64,64; 0,00
8	55,13	55,53	0,00	0,48	32.978	27.453	0	0,0	
9	57,80	55,53	0,00	0,48	28.933	27.453	0	0,0	
10	60,04	55,53	0,00	0,48	25.042	25.673	2	0,0	
11	61,85	55,53	0,00	0,48	21.271	25.673	2	0,0	
12	63,33	55,53	0,00	0,48	17.594	25.673	2	0,0	
13	64,04	19,97	0,00	0,48	13.992	25.673	2	0,0	
14	62,73	0,00	0,00	0,48	10.445	25.673	2	0,0	
15	61,01	0,00	0,00	0,48	6.938	25.673	2	0,0	
16	61,49	0,00	0,00	0,48	3.458	25.673	2	0,0	
17	45,35	0,00	0,00	0,48	-0.010	25.673	2	0,0	
18	11,77	0,00	0,00	0,48	-3.478	25.673	2	0,0	
19	13,28	0,00	0,00	0,48	-6.959	25.673	2	0,0	
20	9,21	0,00	0,00	0,48	-10.465	25.673	2	0,0	
21	8,22	0,00	0,00	0,48	-14.012	25.673	2	0,0	
22	6,95	0,00	0,00	0,48	-17.616	25.673	2	0,0	
23	5,39	0,00	0,00	0,48	-21.292	25.673	2	0,0	
24	3,50	0,00	0,00	0,48	-25.064	25.673	2	0,0	
25	1,18	0,00	0,00	-4,61 - 0,48	-28.105	25.673	2	0,0	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	8,10	0,00	0,00	10,41 - 0,61	66.114	33.000	0	0,0	
2	22,26	0,00	0,00	0,61	59.415	33.000	0	0,0	
3	33,19	0,00	0,00	0,61	53.591	33.000	0	0,0	12,95; 0,00
4	42,10	0,00	0,00	0,61	48.496	33.000	0	0,0	
5	49,60	0,00	0,00	0,61	43.876	33.000	0	0,0	23,76; 0,00
6	56,02	0,00	0,00	0,61	39.593	33.000	0	0,0	36,66; 0,00
7	61,55	0,00	0,00	0,61	35.562	33.000	0	0,0	
8	66,33	0,00	0,00	0,61	31.726	33.000	0	0,0	
9	70,46	0,00	0,00	0,61	28.043	33.000	0	0,0	58,23; 0,00
10	74,00	0,00	0,00	0,61	24.483	33.000	0	0,0	
11	76,95	0,00	0,00	0,61	21.022	31.000	3	0,0	
12	79,34	0,00	0,00	0,61	17.639	31.000	3	0,0	
13	81,28	0,00	0,00	0,61	14.319	31.000	3	0,0	
14	82,81	0,00	0,00	0,61	11.048	31.000	3	0,0	
15	83,46	0,00	0,00	0,61	7.813	31.000	3	0,0	
16	80,86	0,00	0,00	0,61	4.603	31.000	3	0,0	
17	77,44	0,00	0,00	0,61	1.407	31.000	3	0,0	
18	71,19	0,00	0,00	0,61	-1.784	31.000	3	0,0	
19	16,84	0,00	0,00	0,61	-4.981	31.000	3	0,0	
20	14,80	0,00	0,00	0,61	-8.193	31.000	3	0,0	
21	11,16	0,00	0,00	0,61	-11.432	31.000	3	0,0	
22	9,45	0,00	0,00	0,61	-14.708	31.000	3	0,0	
23	7,33	0,00	0,00	0,61	-18.035	31.000	3	0,0	
24	4,76	0,00	0,00	0,61	-21.426	31.000	3	0,0	
25	1,61	0,00	0,00	-4,95 - 0,61	-24.138	31.000	3	0,0	

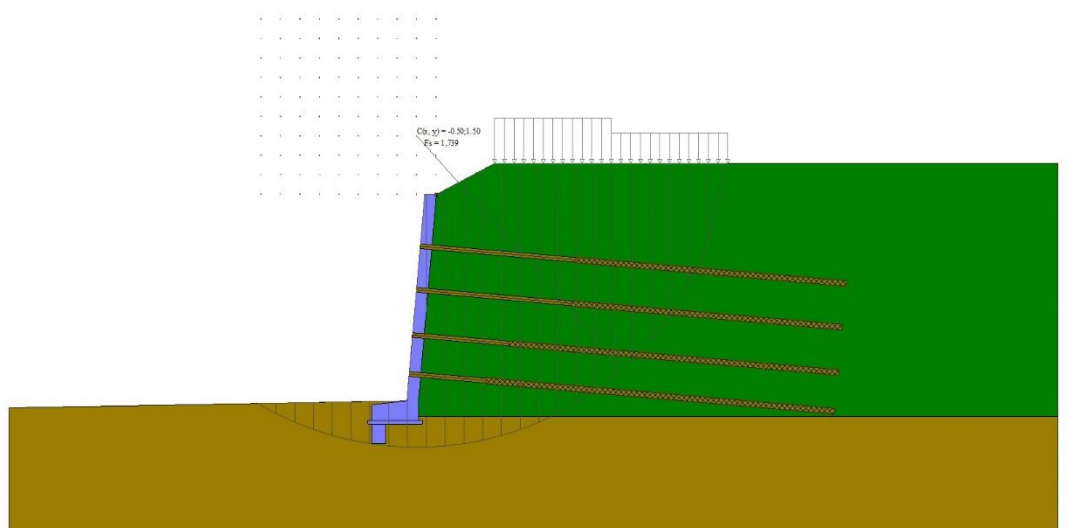


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 7)

### Tiranti

#### Simbologia adottata

It                   Indice tirante (tra parentesi viene indicata la posizione P: paramento, F: fondazione)  
S                   Ordinata sul paramento o ascissa sulla fondazione, espressa in [m]  
Ic                   Indice combinazione

### Dettagli di calcolo

#### Simbologia adottata

Lf                   Lunghezza bulbo fondazione necessaria ad assorbire il tiro in esercizio, espressa in [m]. In grassetto la lunghezza usata nel calcolo della resistenza  
Lt                   Lunghezza totale (lunghezza del bulbo di fondazione + tratto inefficace), espressa in [m]. In grassetto la lunghezza massima  
N                   Tiro in esercizio sul tirante, espresso in [kN]. In grassetto il tiro massimo in esercizio  
Nx/ml, Ny/ml   Componente in direzione X ed Y del tiro a metro lineare, espresso in [kN]  
R                   Resistenza di progetto, espresso in [kN]  
Rx/ml, Ry/ml   Resistenza in direzione X ed Y a metro lineare, espressa in [kN]

It	S [m]	Ic	Lf [m]	Lt [m]	N [kN]	Nx/ml [kN]	Ny/ml [kN]	R [kN]	Rx/ml [kN]	Ry/ml [kN]
1 [P]	1,33	1	5,40	9,40	110,31	75,78	6,63	142,51	75,78	6,63
		2	4,70	8,70	96,34	66,19	5,79	142,51	66,19	5,79
		3	4,20	8,20	85,12	58,48	5,12	142,51	58,48	5,12
		4	5,60	9,60	113,21	77,78	6,80	142,51	77,78	6,80
		5	5,40	9,40	110,31	75,78	6,63	142,51	75,78	6,63
		6	5,60	9,60	113,21	77,78	6,80	142,51	77,78	6,80
		10	5,70	9,70	115,25	79,18	6,93	142,51	79,18	6,93
		11	4,70	8,70	96,34	66,19	5,79	142,51	66,19	5,79
		12	4,20	8,20	85,12	58,48	5,12	142,51	58,48	5,12
		13	3,60	7,60	87,14	59,87	5,24	171,01	59,87	5,24
		14	3,20	7,20	78,79	54,13	4,74	171,01	54,13	4,74
		15	2,20	6,20	54,37	37,36	3,27	171,01	37,36	3,27
		16	2,90	6,90	70,58	48,49	4,24	171,01	48,49	4,24
		17	2,70	6,70	65,47	44,98	3,94	171,01	44,98	3,94
			<b>7,00</b>	<b>11,00</b>	<b>115,25</b>					
2 [P]	2,45	1	4,70	8,70	94,52	64,94	5,68	142,51	64,94	5,68
		2	3,80	7,80	76,74	52,72	4,61	142,51	52,72	4,61
		3	3,30	7,30	68,04	46,74	4,09	142,51	46,74	4,09
		4	4,70	8,70	95,17	65,39	5,72	142,51	65,39	5,72
		5	4,70	8,70	94,52	64,94	5,68	142,51	64,94	5,68
		6	4,70	8,70	95,17	65,39	5,72	142,51	65,39	5,72
		10	4,70	8,70	95,53	65,63	5,74	142,51	65,63	5,74
		11	3,80	7,80	76,74	52,72	4,61	142,51	52,72	4,61
		12	3,30	7,30	68,04	46,74	4,09	142,51	46,74	4,09
		13	3,00	7,00	72,38	49,73	4,35	171,01	49,73	4,35
		14	2,60	6,60	64,96	44,63	3,90	171,01	44,63	3,90
		15	1,80	5,80	44,06	30,27	2,65	171,01	30,27	2,65
		16	2,30	6,30	56,69	38,94	3,41	171,01	38,94	3,41
		17	2,10	6,10	52,72	36,22	3,17	171,01	36,22	3,17
			<b>7,00</b>	<b>11,00</b>	<b>95,53</b>					
3 [P]	3,61	1	6,20	8,70	125,07	85,92	7,52	172,61	85,92	7,52
		2	4,40	6,90	90,31	62,05	5,43	172,61	62,05	5,43
		3	4,00	6,50	80,55	55,34	4,84	172,61	55,34	4,84

STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine

Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
 PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02

Rev.0 26/02/2022

Pagina 120 di 140

It	S [m]	Ic	Lf [m]	Lt [m]	N [kN]	Nx/ml [kN]	Ny/ml [kN]	R [kN]	Rx/ml [kN]	Ry/ml [kN]
		4	6,00	8,50	122,39	84,08	7,36	172,61	84,08	7,36
		5	6,20	8,70	125,07	85,92	7,52	172,61	85,92	7,52
		6	6,00	8,50	122,39	84,08	7,36	172,61	84,08	7,36
		10	5,90	8,40	120,18	82,57	7,22	172,61	82,57	7,22
		11	4,40	6,90	90,31	62,05	5,43	172,61	62,05	5,43
		12	4,00	6,50	80,55	55,34	4,84	172,61	55,34	4,84
		13	3,70	6,20	91,35	62,76	5,49	207,14	62,76	5,49
		14	3,30	5,80	81,01	55,66	4,87	207,14	55,66	4,87
		15	2,20	4,70	53,39	36,68	3,21	207,14	36,68	3,21
		16	2,80	5,30	67,67	46,49	4,07	207,14	46,49	4,07
		17	2,60	5,10	63,23	43,44	3,80	207,14	43,44	3,80
			<b>8,50</b>	<b>11,00</b>	<b>125,07</b>					
4 [P]	4,61	1	6,30	8,30	128,14	88,03	7,70	182,65	88,03	7,70
		2	3,80	5,80	77,90	53,52	4,68	182,65	53,52	4,68
		3	3,40	5,40	70,17	48,21	4,22	182,65	48,21	4,22
		4	6,00	8,00	120,77	82,98	7,26	182,65	82,98	7,26
		5	6,30	8,30	128,14	88,03	7,70	182,65	88,03	7,70
		6	6,00	8,00	120,77	82,98	7,26	182,65	82,98	7,26
		10	5,70	7,70	115,02	79,02	6,91	182,65	79,02	6,91
		11	3,80	5,80	77,90	53,52	4,68	182,65	53,52	4,68
		12	3,40	5,40	70,17	48,21	4,22	182,65	48,21	4,22
		13	3,60	5,60	87,83	60,34	5,28	219,18	60,34	5,28
		14	3,10	5,10	76,56	52,60	4,60	219,18	52,60	4,60
		15	2,00	4,00	48,32	33,20	2,90	219,18	33,20	2,90
		16	2,40	4,40	59,76	41,06	3,59	219,18	41,06	3,59
		17	2,30	4,30	56,28	38,67	3,38	219,18	38,67	3,38
			<b>9,00</b>	<b>11,00</b>	<b>128,14</b>					

**Verifica di resistenza allo sfilamento**

## Simbologia adottata

R1 Resistenza allo sfilamento del tirante dal terreno, espressa in [kN]  
 R2 Resistenza di aderenza malta-armatura, espressa in [kN]  
 R3 Resistenza malta, espressa in [kN]  
 R Resistenza (minimo tra R1, R2 e R3), espressa in [kN]  
 N Tiro in esercizio sul tirante, espresso in [kN]  
 FS Fattore di sicurezza (rapporto R/N)

It	S [m]	Ic	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]	R [kN]	N [kN]	FS
1 [P]	1,33	1	142,51	957,77	4770,78	142,51	110,31	1.292
		2	142,51	957,77	4770,78	142,51	96,34	1.479
		3	142,51	957,77	4770,78	142,51	85,12	1.674
		4	142,51	957,77	4770,78	142,51	113,21	1.259
		5	142,51	957,77	4770,78	142,51	110,31	1.292
		6	142,51	957,77	4770,78	142,51	113,21	1.259
		10	142,51	957,77	4770,78	142,51	115,25	1.237
		11	142,51	957,77	4770,78	142,51	96,34	1.479
		12	142,51	957,77	4770,78	142,51	85,12	1.674
		13	171,01	957,77	4770,78	171,01	87,14	1.963
		14	171,01	957,77	4770,78	171,01	78,79	2.170
		15	171,01	957,77	4770,78	171,01	54,37	3.145
		16	171,01	957,77	4770,78	171,01	70,58	2.423
		17	171,01	957,77	4770,78	171,01	65,47	2.612
2 [P]	2,45	1	142,51	957,77	4770,78	142,51	94,52	1.508
		2	142,51	957,77	4770,78	142,51	76,74	1.857
		3	142,51	957,77	4770,78	142,51	68,04	2.095
		4	142,51	957,77	4770,78	142,51	95,17	1.497
		5	142,51	957,77	4770,78	142,51	94,52	1.508
		6	142,51	957,77	4770,78	142,51	95,17	1.497
		10	142,51	957,77	4770,78	142,51	95,53	1.492
		11	142,51	957,77	4770,78	142,51	76,74	1.857
		12	142,51	957,77	4770,78	142,51	68,04	2.095
		13	171,01	957,77	4770,78	171,01	72,38	2.363
		14	171,01	957,77	4770,78	171,01	64,96	2.633
		15	171,01	957,77	4770,78	171,01	44,06	3.882
		16	171,01	957,77	4770,78	171,01	56,69	3.017
		17	171,01	957,77	4770,78	171,01	52,72	3.244
3 [P]	3,61	1	172,61	1163,01	5793,09	172,61	125,07	1.380
		2	172,61	1163,01	5793,09	172,61	90,31	1.911
		3	172,61	1163,01	5793,09	172,61	80,55	2.143
		4	172,61	1163,01	5793,09	172,61	122,39	1.410
		5	172,61	1163,01	5793,09	172,61	125,07	1.380
		6	172,61	1163,01	5793,09	172,61	122,39	1.410
		10	172,61	1163,01	5793,09	172,61	120,18	1.436
		11	172,61	1163,01	5793,09	172,61	90,31	1.911
		12	172,61	1163,01	5793,09	172,61	80,55	2.143
		13	207,14	1163,01	5793,09	207,14	91,35	2.268
		14	207,14	1163,01	5793,09	207,14	81,01	2.557
		15	207,14	1163,01	5793,09	207,14	53,39	3.879
		16	207,14	1163,01	5793,09	207,14	67,67	3.061
		17	207,14	1163,01	5793,09	207,14	63,23	3.276
4 [P]	4,61	1	182,65	1231,42	6133,86	182,65	128,14	1.425
		2	182,65	1231,42	6133,86	182,65	77,90	2.345

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
 SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)

STUDIO TECNICO **CAPRONI**Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVOdoc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 121 di 140

It	S [m]	Ic	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]	R [kN]	N [kN]	FS
		3	182,65	1231,42	6133,86	182,65	70,17	2.603
		4	182,65	1231,42	6133,86	182,65	120,77	1.512
		5	182,65	1231,42	6133,86	182,65	128,14	1.425
		6	182,65	1231,42	6133,86	182,65	120,77	1.512
		10	182,65	1231,42	6133,86	182,65	115,02	1.588
		11	182,65	1231,42	6133,86	182,65	77,90	2.345
		12	182,65	1231,42	6133,86	182,65	70,17	2.603
		13	219,18	1231,42	6133,86	219,18	87,83	2.496
		14	219,18	1231,42	6133,86	219,18	76,56	2.863
		15	219,18	1231,42	6133,86	219,18	48,32	4.536
		16	219,18	1231,42	6133,86	219,18	59,76	3.667
		17	219,18	1231,42	6133,86	219,18	56,28	3.894

**Verifica delle tensioni massime nell'armatura del tirante**

## Simbologia adottata

$N_{MAX}$  Tiro massimo in esercizio sul tirante, espresso in [kN]  
**A** Area del tirante, espresso in [cmq]  
 $\sigma_f$  Tensione nel tirante ( $N_{MAX}/A$ ), espresso in [kPa]  
 $\sigma_{lim}$  Tensione limite dell'acciaio del tirante, espresso in [kPa]

It	S [m]	$N_{MAX}$ [kN]	A [cmq]	$\sigma_f$ [kPa]	$\sigma_{lim}$ [kPa]
1 [P]	1,33	115,25	5,52	208955	826087
2 [P]	2,45	95,53	5,52	173209	826087
3 [P]	3,61	125,07	5,52	226754	826087
4 [P]	4,61	128,14	5,52	232323	826087

**Sollecitazioni****Elementi calcolati a trave**

## Simbologia adottata

$n^\circ$  Indice della sezione  
**X** Posizione della sezione, espresso in [m]  
**N** Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
**T** Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
**M** Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
 La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

**Elementi calcolati a piastra**

## Simbologia adottata

$M_x, M_y$  Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
 $M_{xy}$  Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 $T_x, T_y$  Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
 I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

**Piastra paramento**

In	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_{xy}$ [kNm]	$T_x$ [kN]	$T_y$ [kN]	
17	<b>10,18</b> (1)	33,94 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	53,03 (1)	MAX
95	<b>-52,41</b> (1)	-52,43 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	4,96 (1)	MIN
17	10,18 (1)	<b>33,94</b> (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	53,03 (1)	MAX
221	-40,15 (2)	<b>-60,30</b> (2)	0,00 (2)	0,00 (2)	-11,26 (2)	MIN
65	3,73 (1)	12,43 (1)	<b>5,27</b> (1)	0,00 (1)	-67,63 (1)	MAX
1	3,73 (1)	12,43 (1)	<b>-5,27</b> (1)	0,00 (1)	-67,63 (1)	MIN
94	-7,34 (1)	-17,31 (1)	0,49 (1)	<b>148,93</b> (1)	5,58 (1)	MAX
96	-7,34 (1)	-17,31 (1)	-0,49 (1)	<b>-148,93</b> (1)	5,58 (1)	MIN
20	-11,46 (1)	9,32 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	<b>184,95</b> (1)	MAX
230	-16,16 (4)	-20,07 (4)	0,00 (4)	0,00 (4)	<b>-151,55</b> (4)	MIN



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 122 di 140

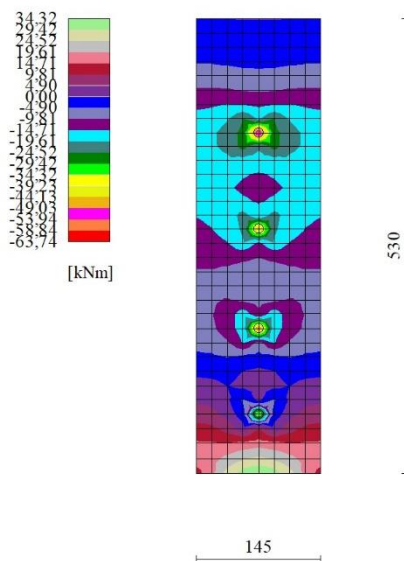


Fig. 9 - Piastra paramento - Momento  $M_{y_{MAX}}$  (Combinazione n° 1)

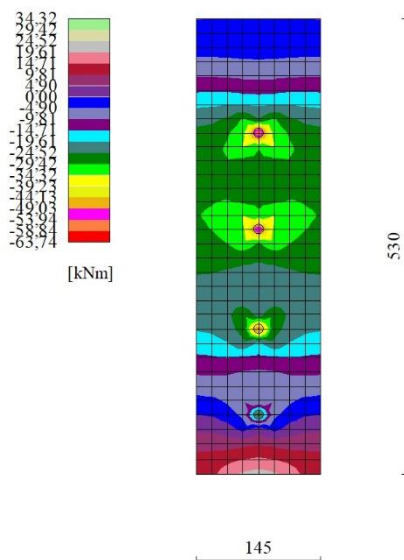
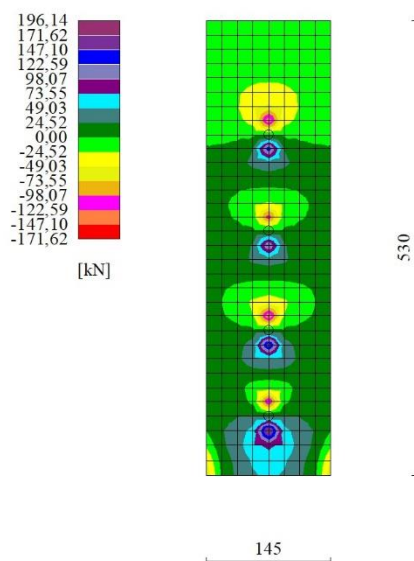
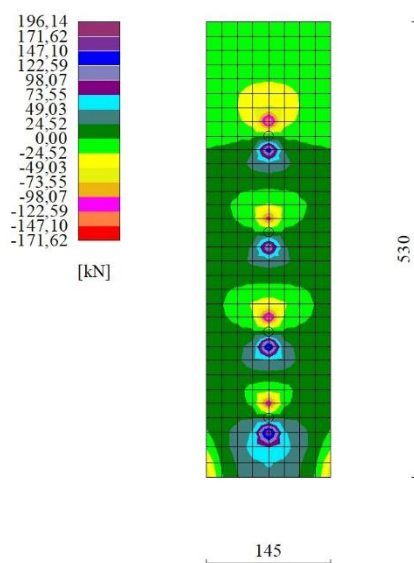


Fig. 10 - Piastra paramento - Momento  $M_{y_{MIN}}$  (Combinazione n° 2)

Fig. 11 - Piastra paramento - Taglio  $T_{y_{MAX}}$  (Combinazione n° 1)Fig. 12 - Piastra paramento - Taglio  $T_{y_{MIN}}$  (Combinazione n° 4)

### Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-1,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1,57	0,00	0,00	2,67	3,78	0,12	0,17
3	-1,48	0,00	0,00	5,21	7,40	0,48	0,68
4	-1,39	0,00	0,00	7,64	10,84	1,06	1,50
5	-1,30	0,00	0,00	10,09	14,30	1,85	2,62
6	-1,21	0,00	0,00	13,53	19,13	2,92	4,13
7	-1,12	0,00	0,00	16,79	23,78	4,29	6,06
8	-1,03	0,00	0,00	19,90	28,26	5,95	8,40
9	-0,94	0,00	0,00	22,85	32,57	7,88	11,14
10	-0,85	0,00	0,00	25,64	36,71	10,06	14,26
11	-0,76	0,00	0,00	28,28	40,68	12,49	17,74

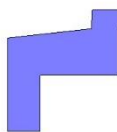


STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 124 di 140



120

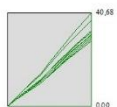
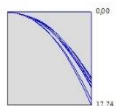


Fig. 13 - Fondazione

## Verifiche strutturali

### Verifiche a flessione

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

n°	indice sezione
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]
Mrd	momento resistente espresso in [kNm]
Nrd	sforzo normale resistente espresso in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

#### Elementi calcolati a piastra

##### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi, Afs	area ferri inferiori e superiori, espresso in [cmq]
Mp, Mn	momento positivo e negativo agente espressa in [kNm]
Mrd	momento resistente espresso in [kNm]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

## Paramento

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	Mrd [kNm]	FS
1-4-P	4,52	4,52	1,46	-12,36	-45,71	2.465 (1)
2-4-P	4,52	4,52	0,00	-18,15	-45,71	2.518 (1)
3-4-P	4,52	4,52	0,00	-11,00	-45,71	4.154 (1)
4-4-P	4,52	4,52	0,00	-15,37	-45,71	2.974 (4)
5-4-P	4,52	4,52	0,00	-17,31	-45,71	2.641 (4)
6-4-P	4,52	4,52	0,00	-2,02	-45,71	22.668 (4)
7-13-S	6,16	6,16	0,00	-24,29	-60,44	2.488 (2)
8-13-S	4,62	4,62	0,00	-24,29	-46,10	1.898 (2)

## Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	41	10,05	10,05	0,17	0,00	135,53	0,00	790.092
3	100	42	10,05	10,05	0,68	0,00	139,24	0,00	205.999
4	100	43	10,05	10,05	1,50	0,00	142,96	0,00	95.444
5	100	44	10,05	10,05	2,62	0,00	146,68	0,00	55.926
6	100	45	10,05	10,05	4,13	0,00	150,42	0,00	36.436

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)





STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 125 di 140

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
7	100	46	10,05	10,05	6,06	0,00	154,16	0,00	25.438
8	100	47	10,05	10,05	8,40	0,00	157,91	0,00	18.792
9	100	48	10,05	10,05	11,14	0,00	161,67	0,00	14.510
10	100	49	10,05	10,05	14,26	0,00	165,43	0,00	11.601
11	100	50	10,05	10,05	17,74	0,00	169,20	0,00	9.535

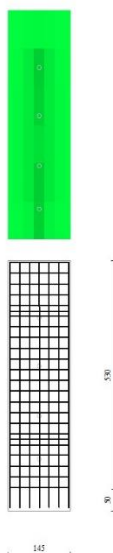


Fig. 14 - Piastra paramento dir. X (Inviluppo)

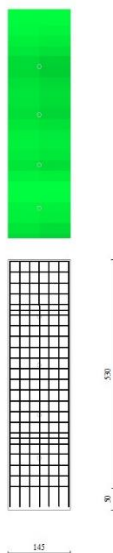


Fig. 15 - Piastra paramento dir. Y (Inviluppo)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 126 di 140

## Verifiche a taglio

### Simbologia adottata

n° (o Is)	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A <sub>sw</sub>	area ferri a taglio espresso in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V <sub>Rcd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V <sub>Rd</sub>	resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A <sub>sw</sub> >0.0) V <sub>Rd</sub> =min(V <sub>Rcd</sub> , V <sub>Rsd</sub> ).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

## Paramento

Is	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotg (θ)	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1-1-P	88	30	0,00	0.000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
2-1-P	88	30	0,00	0.000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
3-1-P	88	30	0,00	0.000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
4-1-P	88	30	0,00	0.000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
5-1-P	88	30	0,00	0.000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
6-1-P	88	30	0,00	0.000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
7-1-S	73	30	0,00	0.000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)
8-1-S	73	30	0,00	0.000	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000 (1)

## Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotgθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,46	0,00	100.000
2	100	41	0,00	--	0,00	0,00	201,01	-3,78	53.127
3	100	42	0,00	--	0,00	0,00	203,52	-7,40	27.516
4	100	43	0,00	--	0,00	0,00	206,01	-10,84	19.007
5	100	44	0,00	--	0,00	0,00	208,47	-14,30	14.576
6	100	45	0,00	--	0,00	0,00	210,91	-19,13	11.028
7	100	46	0,00	--	0,00	0,00	213,32	-23,78	8.972
8	100	47	0,00	--	0,00	0,00	215,71	-28,26	7.633
9	100	48	0,00	--	0,00	0,00	218,07	-32,57	6.695
10	100	49	0,00	--	0,00	0,00	220,41	-36,71	6.004
11	100	50	0,00	--	0,00	0,00	222,73	-40,68	5.475

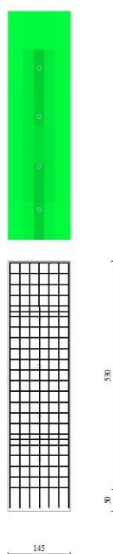


Fig. 17 - Piastra paramento dir. X (Inviluppo)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 127 di 140

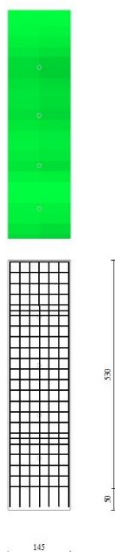


Fig. 18 - Piastra paramento dir. Y (Inviluppo)

### Verifica a punzonamento

#### Simbologia adottata

OP	Oggetto che viene punzonato
P	Oggetto che punzona
$c_1, c_2$	Dimensioni pilastro nelle due direzioni, espressa in [mm]
d	Altezza utile della fondazione, espressa in [mm]
$u_0$	Lunghezza perimetro di verifica a faccia pilastro, espresso in [mm]
$u_1$	Lunghezza perimetro di verifica per effetto della diffusione, espresso in [mm]
$\rho_y, \rho_z$	Percentuali di armatura piastra in zona tesa
dpc, duc	distanza della prima e dell'ultima cucitura dalla faccia del pilastro
$V_{ed,i}$	Tensione di taglio sul perimetro del pilastro, espressa in [kPa]
$V_{Rd,max}$	Valore di progetto del massimo taglio-punzonamento resistente, espressa in [kPa]
$V_{ed,f}$	Tensione di taglio sul perimetro di verifica $u_1$ , espresso in [kPa]
$V_{Rd,cf}$	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente senza armature sul perimetro di verifica $u_1$ , espresso in [kPa]
$V_{Rd,cs}$	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente con armature, espresso in [kPa]
nsc	Numero di serie di cuciture
nc	Numero di cuciture
FS	Fattore di sicurezza (minore tra i rapporti $V_{Rd,max}/V_{ed,i}$ , $V_{Rd,cf}/V_{ed,f}$ e $V_{Rd,cs}/V_{ed,f}$ )

### Punzonamento tiranti

OP	P	$c_1$ [mm]	$c_2$ [mm]	d [mm]	$u_0$ [mm]	$u_1$ [mm]	$\rho_y$ [%]	$\rho_z$ [%]	dpc [mm]	duc [mm]	nsc	nc
n° 1	Tirante n° 1	199	199	237	627	3615	0.39879	0.39950	0	0	0	0
n° 1	Tirante n° 2	199	199	237	627	3615	0.32139	0.34653	0	0	0	0
n° 1	Tirante n° 3	199	199	237	627	3615	0.29297	0.34653	0	0	0	0
n° 1	Tirante n° 4	199	199	237	627	3615	0.39879	0.43497	0	0	0	0

### Verifica delle tensioni

#### Simbologia adottata

$n^\circ$	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
$\sigma_c$	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 128 di 140

## Combinazioni SLER

### Piastra paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1-4-P	88	30	4,52	4,52	1,05	-8,34	1270 (13)	7370 (13)	72282 (13)
2-4-P	88	30	4,52	4,52	0,00	-12,87	1455 (13)	5731 (13)	82780 (13)
3-4-P	88	30	4,52	4,52	0,00	-8,09	968 (13)	3813 (13)	55082 (13)
4-4-P	88	30	4,52	4,52	0,00	-11,72	1433 (13)	5644 (13)	81530 (13)
5-4-P	88	30	4,52	4,52	0,00	-13,35	1624 (13)	6398 (13)	92423 (13)
6-4-P	88	30	4,52	4,52	0,12	-0,92	139 (16)	2485 (16)	7915 (16)
7-13-S	73	30	6,16	6,16	0,00	-17,60	2508 (16)	14674 (16)	111496 (16)
8-13-S	73	30	4,62	4,62	0,00	-17,60	2875 (16)	13880 (16)	146997 (16)

### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	41	10,05	10,05	0,14	0,00	9 (16)	413 (13)	42 (13)
3	100	42	10,05	10,05	0,55	0,00	35 (16)	1580 (13)	163 (13)
4	100	43	10,05	10,05	1,22	0,00	74 (16)	3400 (13)	354 (13)
5	100	44	10,05	10,05	2,14	0,00	123 (16)	5786 (13)	610 (13)
6	100	45	10,05	10,05	3,37	0,00	186 (16)	8856 (13)	944 (13)
7	100	46	10,05	10,05	4,94	0,00	262 (16)	12650 (13)	1361 (13)
8	100	47	10,05	10,05	6,85	0,00	348 (16)	17079 (13)	1854 (13)
9	100	48	10,05	10,05	9,07	0,00	444 (16)	22064 (13)	2413 (13)
10	100	49	10,05	10,05	11,60	0,00	546 (16)	27534 (13)	3031 (13)
11	100	50	10,05	10,05	14,43	0,00	655 (16)	33423 (13)	3702 (13)

## Combinazioni SLEF

### Piastra paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1-4-P	88	30	4,52	4,52	1,05	-8,34	1270 (13)	7370 (13)	72282 (13)
2-4-P	88	30	4,52	4,52	0,00	-12,87	1455 (13)	5731 (13)	82780 (13)
3-4-P	88	30	4,52	4,52	0,00	-8,09	968 (13)	3813 (13)	55082 (13)
4-4-P	88	30	4,52	4,52	0,00	-11,72	1433 (13)	5644 (13)	81530 (13)
5-4-P	88	30	4,52	4,52	0,00	-13,35	1624 (13)	6398 (13)	92423 (13)
6-4-P	88	30	4,52	4,52	0,12	-0,92	139 (16)	2485 (16)	7915 (16)
7-13-S	73	30	6,16	6,16	0,00	-17,60	2508 (16)	14674 (16)	111496 (16)
8-13-S	73	30	4,62	4,62	0,00	-17,60	2875 (16)	13880 (16)	146997 (16)

### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	41	10,05	10,05	0,14	0,00	9 (16)	413 (13)	42 (13)
3	100	42	10,05	10,05	0,55	0,00	35 (16)	1580 (13)	163 (13)
4	100	43	10,05	10,05	1,22	0,00	74 (16)	3400 (13)	354 (13)
5	100	44	10,05	10,05	2,14	0,00	123 (16)	5786 (13)	610 (13)
6	100	45	10,05	10,05	3,37	0,00	186 (16)	8856 (13)	944 (13)
7	100	46	10,05	10,05	4,94	0,00	262 (16)	12650 (13)	1361 (13)
8	100	47	10,05	10,05	6,85	0,00	348 (16)	17079 (13)	1854 (13)
9	100	48	10,05	10,05	9,07	0,00	444 (16)	22064 (13)	2413 (13)

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)



STUDIO TECNICO **CAPRONI**

Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782

**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

doc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 129 di 140

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
10	100	49	10,05	10,05	11,60	0,00	546 (16)	27534 (13)	3031 (13)
11	100	50	10,05	10,05	14,43	0,00	655 (16)	33423 (13)	3702 (13)

## Combinazioni SLEQ

### Piastra paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1-4-P	88	30	4,52	4,52	1,05	-8,34	1270 (13)	7370 (13)	72282 (13)
2-4-P	88	30	4,52	4,52	0,00	-12,87	1455 (13)	5731 (13)	82780 (13)
3-4-P	88	30	4,52	4,52	0,00	-8,09	968 (13)	3813 (13)	55082 (13)
4-4-P	88	30	4,52	4,52	0,00	-11,72	1433 (13)	5644 (13)	81530 (13)
5-4-P	88	30	4,52	4,52	0,00	-13,35	1624 (13)	6398 (13)	92423 (13)
6-4-P	88	30	4,52	4,52	0,12	-0,92	139 (16)	2485 (16)	7915 (16)
7-13-S	73	30	6,16	6,16	0,00	-17,60	2508 (16)	14674 (16)	111496 (16)
8-13-S	73	30	4,62	4,62	0,00	-17,60	2875 (16)	13880 (16)	146997 (16)

### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	40	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	41	10,05	10,05	0,14	0,00	9 (16)	413 (13)	42 (13)
3	100	42	10,05	10,05	0,55	0,00	35 (16)	1580 (13)	163 (13)
4	100	43	10,05	10,05	1,22	0,00	74 (16)	3400 (13)	354 (13)
5	100	44	10,05	10,05	2,14	0,00	123 (16)	5786 (13)	610 (13)
6	100	45	10,05	10,05	3,37	0,00	186 (16)	8856 (13)	944 (13)
7	100	46	10,05	10,05	4,94	0,00	262 (16)	12650 (13)	1361 (13)
8	100	47	10,05	10,05	6,85	0,00	348 (16)	17079 (13)	1854 (13)
9	100	48	10,05	10,05	9,07	0,00	444 (16)	22064 (13)	2413 (13)
10	100	49	10,05	10,05	11,60	0,00	546 (16)	27534 (13)	3031 (13)
11	100	50	10,05	10,05	14,43	0,00	655 (16)	33423 (13)	3702 (13)

### Verifica a fessurazione

#### Simbologia adottata

n° indice sezione  
Y ordinata sezione espressa in [m]  
B larghezza sezione espresso in [cm]  
H altezza sezione espressa in [cm]  
Af area ferri zona tesa espresso in [cmq]  
Aeff area efficace espressa in [cmq]  
M momento agente espressa in [kNm]  
Mpf momento di formazione/apertura fessure espressa in [kNm]  
 $\varepsilon$  deformazione espresso in %  
Sm spaziatura tra le fessure espressa in [mm]  
w apertura delle fessure espressa in [mm]

## Combinazioni SLEF

### Piastra paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	$\varepsilon$ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1-1-P	88	30	4,52	723,61	0,45	-52,25	0,000000	0,00	0,000
2-1-P	88	30	4,52	723,61	0,14	-52,25	0,000000	0,00	0,000
3-1-P	88	30	4,52	723,61	-0,13	-52,25	0,000000	0,00	0,000
4-1-P	88	30	4,52	723,61	-0,08	-52,25	0,000000	0,00	0,000
5-1-P	88	30	4,52	723,61	0,09	-52,25	0,000000	0,00	0,000
6-1-P	88	30	4,52	723,61	-0,06	-52,25	0,000000	0,00	0,000
7-1-S	73	30	6,16	566,50	10,44	44,40	0,000000	0,00	0,000

INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA DEL PONTE  
SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)

STUDIO TECNICO **CAPRONI**Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782**RELAZIONE DI CALCOLO**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**  
**RELAZIONE MATERIALI**  
**RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVOdoc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 130 di 140

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
8-1-S	73	30	4,62	582,46	10,44	43,41	0,000000	0,00	0,000

### Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$ 

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (14)
2	100	41	10,05	1083,14	0,13	116,01	0,000000	0,00	0,000 (14)
3	100	42	10,05	1112,14	0,51	121,67	0,000000	0,00	0,000 (14)
4	100	43	10,05	1141,18	1,14	127,46	0,000000	0,00	0,000 (14)
5	100	44	10,05	1170,27	1,99	133,37	0,000000	0,00	0,000 (14)
6	100	45	10,05	1199,40	3,13	139,41	0,000000	0,00	0,000 (14)
7	100	46	10,05	1228,58	4,60	145,57	0,000000	0,00	0,000 (14)
8	100	47	10,05	1257,80	6,38	151,86	0,000000	0,00	0,000 (14)
9	100	48	10,05	1287,06	8,46	158,28	0,000000	0,00	0,000 (14)
10	100	49	10,05	1316,36	10,83	164,82	0,000000	0,00	0,000 (14)
11	100	50	10,05	1345,70	13,47	171,48	0,000000	0,00	0,000 (14)

### Combinazioni SLEQ

#### Piastra paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$ 

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1-1-P	88	30	4,52	723,61	0,22	-52,25	0,000000	0,00	0,000
2-1-P	88	30	4,52	723,61	0,06	-52,25	0,000000	0,00	0,000
3-1-P	88	30	4,52	723,61	-0,08	-52,25	0,000000	0,00	0,000
4-1-P	88	30	4,52	723,61	-0,06	-52,25	0,000000	0,00	0,000
5-1-P	88	30	4,52	723,61	0,06	-52,25	0,000000	0,00	0,000
6-1-P	88	30	4,52	723,61	-0,03	-52,25	0,000000	0,00	0,000
7-1-S	73	30	6,16	566,50	3,37	44,40	0,000000	0,00	0,000
8-1-S	73	30	4,62	582,46	3,37	43,41	0,000000	0,00	0,000

### Fondazione

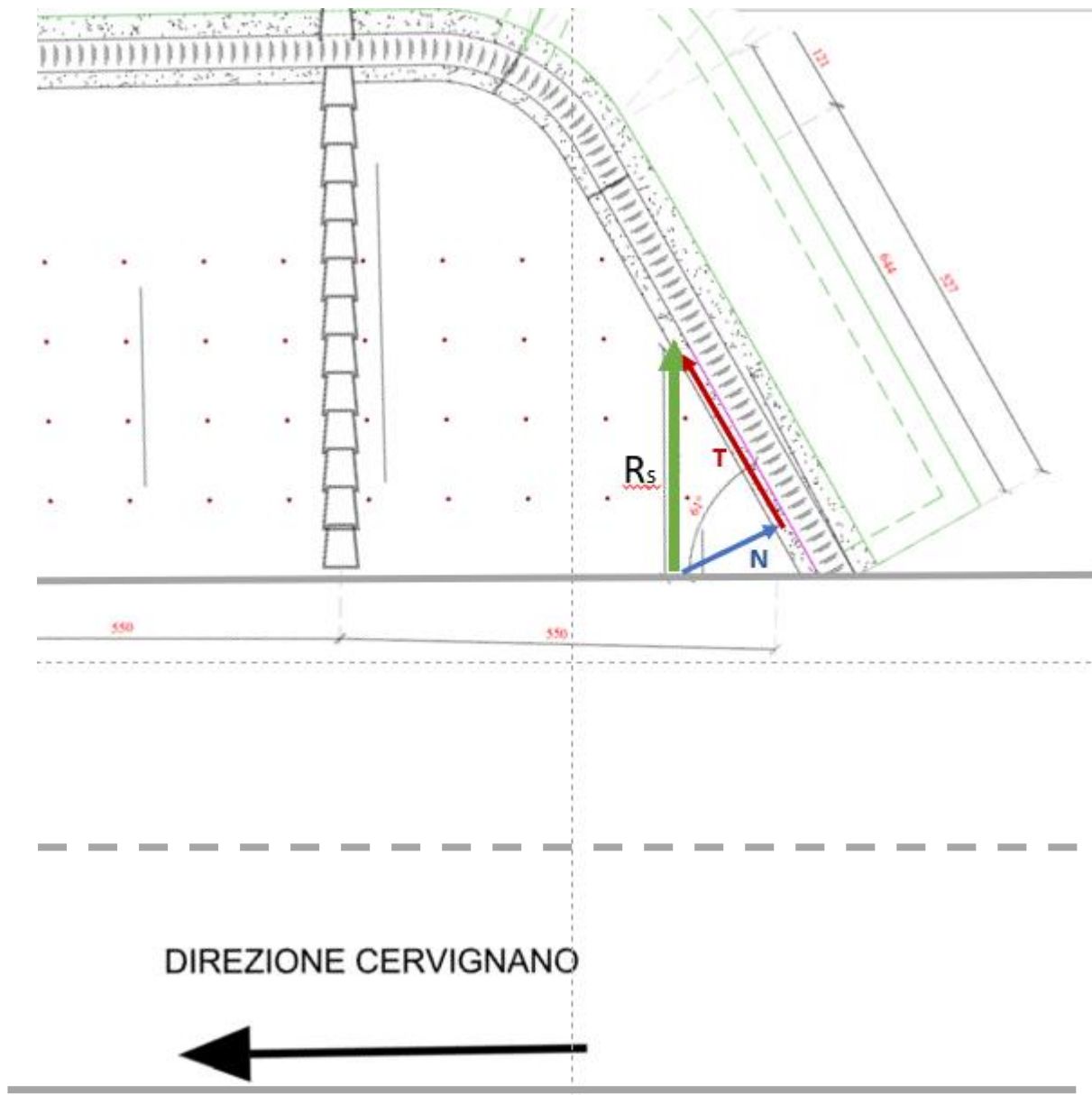
Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$ 

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (15)
2	100	41	10,05	1083,14	0,12	116,01	0,000000	0,00	0,000 (15)
3	100	42	10,05	1112,14	0,48	121,67	0,000000	0,00	0,000 (15)
4	100	43	10,05	1141,18	1,06	127,46	0,000000	0,00	0,000 (15)
5	100	44	10,05	1170,27	1,86	133,37	0,000000	0,00	0,000 (15)
6	100	45	10,05	1199,40	2,94	139,41	0,000000	0,00	0,000 (15)
7	100	46	10,05	1228,58	4,34	145,57	0,000000	0,00	0,000 (15)
8	100	47	10,05	1257,80	6,05	151,86	0,000000	0,00	0,000 (15)
9	100	48	10,05	1287,06	8,05	158,28	0,000000	0,00	0,000 (15)
10	100	49	10,05	1316,36	10,35	164,82	0,000000	0,00	0,000 (15)
11	100	50	10,05	1345,70	12,93	171,48	0,000000	0,00	0,000 (15)



## 8.8. Analisi componente tangenziale T

Con riferimento alla figura seguente, si analizza la scomposizione delle forze dovute al sovraccarico stradale sul muro d'ala.



Il muro d'ala forma un angolo di  $61^\circ$  con l'asse stradale.

Si possono dunque trovare le due componenti, ortogonale e tangenziale al muro d'ala:

$$T = R_s \times \cos 29^\circ = 0.87 R_s$$

$$N = R_s \times \sin 29^\circ = 0.48 R_s$$

La componente N è già stata valutata in maniera cautelativa nel calcolo del muro di sostegno, che a vantaggio di sicurezza è stata presa in valore assoluto pari a  $R_s$ .

Si indaga ora la componente T, parallela al muro d'ala.

Si può trovare la risultante  $R_s$  dall'analisi eseguita, considerando il solo apporto dovuto al carico accidentale stradale, in combinazione SLU.



La sezione media di riferimento è la B (H = 4.5m), da cui si ottiene la spinta sulla larghezza di calcolo di 1.32m:

$$r_s = 96.95/1.32 = 73.44 \text{ kN/m}$$

Tale spinta si può considerare media su tutto il muro, ottenendo in definitiva:

$$R_s = 73.44 \times 7.90\text{m} = 580 \text{ kN}$$

$$T = R_s \times \cos 29^\circ = 505 \text{ kN}$$

L'azione resistente è fornita dai seguenti meccanismi:

- Attrito fondazione tra muro nuovo e terreno
- Attrito fondazione tra muro esistente e terreno
- Resistenza passiva degli speroni laterali del muro nuovo di placcaggio (viene trascurata).

Caratteristiche muro nuovo:

Lunghezza muro	L	7,8	m
Sezione elevazione	As	0,3	m
Sezione prospetto elevazione	As'	33	mq
Sezione fondazione	As''	0,8	mq
Peso elevazione muro nuovo	<b>W'</b>	247,5	kN
Peso fondazione muro nuovo	<b>W''</b>	156	kN
Peso totale muro nuovo	<b>W'+W''</b>	403,5	kN
Angolo di attrito terra-muro	$\phi$	31	gradi
Resistenza attrittiva fondazione	<b>R'</b>	242,45	kN

Caratteristiche muro esistente:

Sezione prospetto elevazione	As'	29	mq
Sezione fondazione	As''	0,37	mq
Peso elevazione muro esistente	<b>W'</b>	487,2	kN
Peso fondazione muro esistente	<b>W''</b>	69,3	kN
Peso totale muro esistente	<b>W'+W''</b>	556,5	kN
Resistenza attrittiva fondazione	<b>R''</b>	334,36	kN

Azione agente sul muro	<b>T</b>	505,00	kN
------------------------	----------	--------	----



STUDIO TECNICO **CAPRONI**Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVOdoc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 133 di 140

**Trascurando in prima battuta l'adesione dovuta alla componente coesiva di fondazione e la resistenza passiva degli speroni laterali, nonché l'attrito laterale del paramento del muro esistente si ottiene:**

$\gamma_R =$	<b>1,1</b>	In analogia con scorrimento Fondazioni Superficiali NTC2018 6.4.2.1
--------------	------------	--

Resistenza totale di progetto	$R_{ed}$	524,37	kN
-------------------------------	----------	--------	----

Verifica scorrimento:	FS	1,038	>	<b>1</b>
-----------------------	----	-------	---	----------

**VERIFICA SODDISFATTA.**

Per garantire lo scorrimento tra i due muri, si può facilmente verificare che anche trascurando l'apporto delle piastre e bulloni di placcaggio esistenti sul muro, e trascurando anche l'attrito muro-muro, lo scorrimento può essere assorbito anche dalle sole barre Diwidag (tiranti passivi) disposte:

Barre Diwidag disposte	n.	14	
Su ciascuna barra agiscono :			
Scorrimento (Taglio)	$s = T/n$	36,07	kN
Resistenza a taglio barra	$A_v$	551,26	mmq
	$f_{yk}$	950	MPa
	$V_{c,RD}$	288,0	kN

Essendo  $s < 50\% V_{c,RD}$  si possono trascurare l'interazione con le sollecitazioni già esaminate. Le verifiche si ritengono quindi soddisfatte.



## 8.9. Incremento inerziale allo SLV

L'incidenza dell'inerzia del contromuro di progetto in fase sismica è stata tenuta in debito conto all'interno del Software. Per quanto concerne l'incidenza inerziale del paramento esistente, si verifica quanto segue:

### > Muro D - L 21m

- Volume del muro D (21m) esistente:  $V = 0.7 \times 1.75\text{m} \times 1 = 1.22 \text{ m}^3/\text{m}$
  - Maggiorazione del peso di volume rispetto al terreno naturale considerato:  
 $\Delta W = 24 - 19 = 5 \text{ kN/m}^3$
  - L'incremento di inerzia sarà dunque:  $F_h = V \times \Delta W \times a_{\text{max}/g} = 1.22 \times 5 \times 0.194 = 1.18 \text{ kN/m}$
  - L'incremento di pressione lungo il paramento fuori terra, nella porzione tangente al muro esistente è quindi pari a  $F_h/H = 0.67 \text{ kPa}$
- Tale incremento genera sollecitazioni trascurabili per tutti gli elementi.

### > Muro B – H = 4.5m

- Volume del muro sez. B esistente:  $V = 0.7 \times 4.04\text{m} \times 1 = 2.83 \text{ m}^3/\text{m}$
- Maggiorazione del peso di volume rispetto al terreno naturale considerato:  $\Delta W = 24 - 19 = 5 \text{ kN/m}^3$
- L'incremento di inerzia sarà dunque:  $F_h = V \times \Delta W \times a_{\text{max}/g} = 2.83 \times 5 \times 0.194 = 2.73 \text{ kN/m}$
- L'incremento di pressione lungo il paramento fuori terra, nella porzione tangente al muro esistente è quindi pari a  $F_h/H = 0.67 \text{ kPa}$

L'incremento dovuto all'inerzia del muro, pari a 0.67 kPa, si può valutare in maniera cautelativa incrementando il tiro dei tiranti allo SLV e considerando una trave fittizia orizzontale in appoggio a livello dei due tiranti a interasse di circa 1.4m, il cui momento in mezzzeria varrà  $p \times l^2 / 8 = (2.73) \times 1.4^2 / 8 = 0.66 \text{ kNm}$ .

Il taglio massimo sarà pari a  $V_{ed} = pl/2 = (2.73) \times 1.4 / 2 = 1.91 \text{ kN}$ .

Si può quindi concludere che la sezione è in grado di assorbire la spinta supplementare dovuta all'inerzia senza problemi.

La trazione supplementare su ciascun tirante, considerando l'altezza di spinta pari a 4.04m, è  $R_t = 4 \text{ kN}$ . Anche in questo caso tutte le verifiche risultano ampiamente soddisfatte



## 8.10. Lunghezze di ancoraggio

Con riferimento alle prescrizioni costruttive del paragrafo §4.1.2.1.1.4 delle NTC2018 si può considerare cautelativamente per barra dritta e calcestruzzo C30/37:

Diametro della barra

**Φ 16 [mm]**

Tipo aderenza

**aderenza buona**

Resistenza tangenziale di calcolo

**f<sub>bd</sub>****2,98 N/mm<sup>2</sup>**

Coefficiente

**η=η1\*η2****1**

Coefficiente di aderenza

**η1****1**

Coefficiente di diametro

**η2****1**

Coefficiente sicurezza calcestruzzo

**γ<sub>c</sub>****1,5**Lunghezza di ancoraggio della barra**L<sub>b</sub>****526 mm**

$$f_{bd} = \frac{2,25 \cdot f_{ctk} \cdot r_l}{\gamma_c}$$

$$l_b = \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}}$$

Il valore trovato corrisponde a circa 33φ.

In presenza di piego il valore può esser moltiplicato per α = 0.7, ottenendo 23φ.

Per quanto concerne la lunghezza di sovrapposizione minima si considera l<sub>0</sub> = 1.5x l<sub>b</sub> = 789 mm.



## 8.11. Verifica piastra di ancoraggio dei tiranti

Verifica della piastra  $\Phi$  200/35 S355 con foro centrale  $\Phi$  40 mm:

Il massimo sforzo di trazione nei tiranti risulta:

$$S = 156.00 \text{ daN}$$

Per la verifica della piastra si ha:

$$\text{Area} = 314 \text{ cm}^2 \quad p = 15600/314 = 49.04 \text{ daN/cm}^2$$

Il baricentro delle pressioni di metà piastra é  $y_g = 4,80 \text{ cm}$

$$M_{sd} = 314/2 \times 49.04 \times 4,80 = 36960 \text{ daNcm}$$

$$W_{pl} = (20-4,0) \times 3,5^2 / 4 = 49 \text{ cm}^3$$

$$M_{cRd} > M_{sd}$$

$$M_{cRd} = W_p \times f_y / \gamma_{m0} = 49 \times 3550 / 1,05 = 165.667 > 36.960 \text{ daNcm}$$



## **9. Giudizio Motivato di accettabilità dei risultati (par. 10.2.1 NTC18)**

La presente relazione viene redatta ai sensi e per gli effetti dell'art. 10.2.1 del D.M. 14.01.2018.

### **9.1. Tipo di analisi svolte**

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.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.
- Progetto e verifica della lunghezza di ancoraggio dei tiranti.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/01/2018.

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.

### **9.2. Origine e caratteristiche dei codici di calcolo**

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	16.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	ING. CAPRONI GIOVANNI
Licenza	AILS0054TQ

### **9.3. Affidabilità dei codici di calcolo**

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dai produttori e distributori dei software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e 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.

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.



## 9.4. 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.

Si verifica la spinta del terreno ottenuta col software tramite metodi manuali, considerando la spinta a riposo del pendio per la sezione D.

In questo caso, al fine di tenere in debito conto l'inclinazione del pendio, si analizza il tratto di monte assumendo una crescita del coefficiente di spinta a riposo dedotto dalla formulazione di Kezdi (1972), con un angolo  $\beta = 22^\circ$  ottenendo:

Dati:		
$\phi$	33	gradi
$\gamma$	19	kN/mc
$\beta$	22	gradi
$K_0$ (Jaky + Kezdi)	0,728	
$H_{\text{mensola}}$	3	m
$H_{\text{tot}}$	3,4	m
Soletta di valle	1,05	m
Peso di volume cls	25	kN/mc
Spessore fondazione	0,4	m
Spessore paramento	0,3	m
a max	0,194	g
kh	0,194	m

Spinte e azioni:			Distanza di applicazione		
$S_t =$	62,3	kN/m	$h_1 =$	1,00	m (1/3 muro)

La spinta trovata col software risultava:

<b>Metodo: Culmann</b>	
Spinta statica	65,6777 [kN]
Punto applicazione	(0,00 -2,10)
Componente dir. X	65,6021 [kN]
Componente dir. Y	3,1498 [kN]
Inclinazione spinta	2,75 °

L'approssimazione è dunque coerente.

Si controlla la validità del post-processore di verifica attraverso la Verifica strutturale a flessione del paramento (sez. D).

Attraverso il comprovato applicativo VCASLU del prof. Gelfi si ottiene:



N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	6,16	4,7
2	6,16	25,3

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
M<sub>xEd</sub>  kNm  
M<sub>yEd</sub>  kNm

P.to applicazione N  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C30/37

$\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   ‰  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   ‰  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   ‰  
 $\tau_{c1}$   ‰

M<sub>xRd</sub>  kNm

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
d  cm  
x  x/d   
 $\delta$

Metodo di calcolo  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

Tipo flessione  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub>  cm Col. modello  
M-curvatura  
☐ Precompresso

La sezione risulta quindi verificata ed il momento resistente è comparabile con quello trovato in precedenza col software MAX.

Si verifica anche manualmente la resistenza a sfilamento del tirante più sollecitato:

TIRANTE DIWIDAG D26mm									
P <sub>ed</sub> =		15630,00		daN					
La verifica è condotta con la combinazione sismica.									
con i coefficienti $\gamma_r$				riportati nella tabella 6,6,1 delle NTC 2018.					
● Verifica allo <b>SFILAMENTO MALTA – FORO</b>							$\Phi$ =	120	mm
Per la verifica allo sfilamento della fondazione dell'ancoraggio si ha:									
La (Ra,c) <sub>min</sub> viene calcolata secondo i valori consigliati per il terreno in esame :									
(Ra,c) <sub>min</sub>		1,00		daN/cm <sup>q</sup>					
Ra,k =		(Ra,c) <sub>min</sub> / 1,80=		0,56		Con un profilo di indagine - Tab. 6,6,III			
Rad =		Rak / $\gamma_r$ =		Ra,k / 1,2=		0,46		Tiranti permanenti - Tab. 6,6,I	
Portata laterale:									
Q <sub>lim</sub> = $\pi \cdot d \cdot L \cdot Rad$									
Ipotizzando per L =				820		cm		la lunghezza dell'ancoraggio	
diametro del palo						$\Phi_{NOM}$ =		0,12 m	
coeff. di maggiorazione						$\alpha$ =		1,15 per il terreno in esame	

STUDIO TECNICO **CAPRONI**Via Piazza D'Armi 64 – 33100 Udine  
Tel. - Fax. 0432/282782**RELAZIONE DI CALCOLO  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE MATERIALI  
RELAZIONE SISMICA**  
PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVOdoc. R.02  
Rev.0 26/02/2022  
Pagina 140 di 140

			$\Phi_{EFF} = \alpha * \Phi_{NOM} =$	0,138	m =	13,8	cm	
$Q_{lim} = \pi *$	13,8	*	820	*	0,46	=	16458	daN
K =	16458	/	15630	=	<b>1,05</b>	>	<b>1,00</b>	<b>OK</b>
• <b>Verifica allo <i>SFILAMENTO del palo</i> in acciaio :</b>								
$\phi$	<b>26,5</b>	mm						
Per i getti dei tiranti s'impiega una malta di cemento:								
$R_{ck} \geq 25$ MPa (resistenza cubica caratteristica a 28 gg.) -								
resistenza caratteristica cilindrica :	$f_{ck} = 25 \times 0.83 = 20.75$ N/mm <sup>2</sup>							
resistenza media a trazione semplice (assiale) $f_{ctm}$ :								
$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3} = 2.26$ N/mm <sup>2</sup>								
resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale) corrispondente al frattile 5% $f_{ctk}$ :								
$f_{ctk} = 0.70 f_{ctm} = 1.585$ N/mm <sup>2</sup>								
con resistenza tangenziale caratteristica di aderenza $f_{bk}$ :								
$f_{bk} = 2,25 \times f_{ctk} = 3,566$ N/mm <sup>2</sup>								
resistenza tangenziale di aderenza di calcolo $f_{bd}$ ridotta del coefficiente 1,50 per zona tesa:								
$f_{bd} = f_{bk} / (1.50 * 1,50) = 1,585$ N/mm <sup>2</sup>								
Un ancoraggio $\Phi$	26,5	lungo =	820	cm				
presenta una resistenza allo sfilamento di :								
$N_{sf} = \pi * \Phi * f_{bd} * \delta * L$								
$N_{sf} = \pi *$	2,65	*	15,85*	820	=	1731 24	daN	
e la verifica allo SLU porge :								
K =	173124	/	15630	=	<b>11,08</b>	>	<b>1,00</b>	<b>OK</b>
• <b>Verifica di resistenza a trazione <i>del palo</i> in acciaio :</b>								
Prevista barra Diwidag $\Phi$ 26mm in acciaio da precompressione								
Area =	<b>5,52</b>	cm <sup>2</sup>						
$f_{pl,Rd} = f_y / 1.05$	904,76	MPa						
$N_{tRd} = A \times f_{pl,Rd}$	552	x	904,76	=	49942	daN		
Con	156,3	kN <	499	kN	<b>SODDISFATTA</b>			