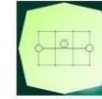


CONCEDENTE



CONCESSIONARIA



SOCIETÀ DI PROGETTO  
BREBEMI SPA

CUP E3 1 B05000390007

COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE  
DI CONNESSIONE TRA LE CITTA' DI  
BRESCIA E MILANO

PROCEDURA AUTORIZZATIVA D. LGS 163/2006  
DELIBERA C.I.P.E. DI APPROVAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO N° 19/2016

INTERCONNESSIONE A35-A4  
PROGETTO ESECUTIVO

O-PARTE GENERALE

OO-GENERALE

00002 - ELABORATI TIPOLOGICI

MURI DI SOSTEGNO

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTAZIONE:



VERIFICA:

IL PROGETTISTA RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S.P.A.  
DOTT. ING. PIETRO MAZZOLI  
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI PARMA N. 821

IL DIRETTORE TECNICO  
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S.P.A.  
DOTT. ING. SABINO DEL BALZO  
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI POTENZA N. 631

APPROVATO SDP

I.D.	IDENTIFICAZIONE ELABORATO										PROGR.		DATA:		
	EMIT.	TIPO	FASE	M.A.	LOTTO	OPERA	PROG. OPERA	TRATTO	PARTI	PROGR.	PART. DOC.	STATO	REV.	LUG	2016
65968	04	RC	E	I	11	00	002	00	00	002	00	A	00	SCALA:	

ELABORAZIONE PROGETTUALE

IL PROGETTISTA  
PIACENTINI INGEGNERI S.R.L.  
DOTT. ING. LUCA PIACENTINI  
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI BOLOGNA N. 152

REVISIONE

N.	REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	DATA	CONTROLLATO	DATA	APPROVATO
A	00	EMISSIONE	29/07/2016	PIACENTINI	29/07/2016	MAZZOLI	29/07/2016	MAZZOLI

IL CONCEDENTE



IL CONCESSIONARIO



SOCIETÀ DI PROGETTO  
BREBEMI SPA  
Società di Progetto  
Brebemi SpA

## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>6</b>
3.1	CALCESTRUZZO .....	6
3.2	ACCIAIO .....	6
3.3	CARATTERISTICHE DI PROGETTO .....	6
<b>4.</b>	<b>SOFTWARE DI CALCOLO .....</b>	<b>8</b>
<b>5.</b>	<b>CRITERI DI CALCOLO .....</b>	<b>9</b>
5.1	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI .....	9
5.2	CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....	9
5.3	ANALISI DEI CARICHI .....	12
5.4	COMBINAZIONI DI CARICO .....	17
5.5	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	26
5.6	VERIFICHE STRUTTURALI .....	29
<b>6.</b>	<b>MURO DI SOSTEGNO CON H = 8.0 M .....</b>	<b>32</b>
6.1	GEOMETRIA DEL MURO.....	32
6.2	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	34
6.3	SOLLECITAZIONI SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	36
6.4	VERIFICHE STRUTTURALI SEZIONE DI ATTACCO CON L'ELEVAZIONE .....	37
6.5	VERIFICHE STRUTTURALI SEZIONE DI MINOR ARMATURA .....	42
<b>7.</b>	<b>MURO DI SOSTEGNO CON H = 7.0 M .....</b>	<b>46</b>
7.1	GEOMETRIA DEL MURO.....	46
7.2	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	48
7.3	SOLLECITAZIONI SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	50
7.4	VERIFICHE STRUTTURALI SEZIONE DI ATTACCO CON L'ELEVAZIONE .....	51
7.5	VERIFICHE STRUTTURALI SEZIONE DI MINOR ARMATURA .....	54
<b>8.</b>	<b>MURO DI SOSTEGNO CON H = 6.0 M .....</b>	<b>57</b>
8.1	GEOMETRIA DEL MURO.....	57
8.2	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	59
8.3	SOLLECITAZIONI SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	60
8.4	VERIFICHE STRUTTURALI .....	62
8.5	VERIFICHE STRUTTURALI SEZIONE DI MINOR ARMATURA .....	65
<b>9.</b>	<b>MURO DI SOSTEGNO CON H = 5.0 M .....</b>	<b>68</b>
9.1	GEOMETRIA DEL MURO.....	68
9.2	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	70
9.3	SOLLECITAZIONI SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	72
9.4	VERIFICHE STRUTTURALI .....	73
9.5	VERIFICHE STRUTTURALI SEZIONE DI MINOR ARMATURA .....	76
<b>10.</b>	<b>MURO DI SOSTEGNO CON H = 4.0 M .....</b>	<b>79</b>
10.1	GEOMETRIA DEL MURO.....	79
10.2	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	81

APPROVATO SDP

10.3	SOLLECITAZIONI SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	83
10.4	VERIFICHE STRUTTURALI .....	84
10.5	VERIFICHE STRUTTURALI SEZIONE DI MINOR ARMATURA .....	87
<b>11.</b>	<b>MURO DI SOSTEGNO CON H = 3.0 M .....</b>	<b>89</b>
11.1	GEOMETRIA DEL MURO.....	89
11.2	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	91
11.3	SOLLECITAZIONI SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	93
11.4	VERIFICHE STRUTTURALI .....	94
11.5	VERIFICHE STRUTTURALI SEZIONE DI MINOR ARMATURA .....	97
<b>12.</b>	<b>MURO DI SOSTEGNO CON H = 2.0 M .....</b>	<b>99</b>
12.1	GEOMETRIA DEL MURO.....	99
12.2	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	101
12.3	SOLLECITAZIONI SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	103
12.4	VERIFICHE STRUTTURALI .....	104
<b>13.</b>	<b>MURO DI SOSTEGNO CON H = 3.2 M - A .....</b>	<b>107</b>
13.1	GEOMETRIA DEL MURO.....	107
13.2	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	109
13.3	SOLLECITAZIONI SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	111
<b>14.</b>	<b>MURO DI SOSTEGNO CON H = 3.0 M - A .....</b>	<b>112</b>
14.1	GEOMETRIA DEL MURO.....	112
14.2	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	114
14.3	SOLLECITAZIONI SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	116
14.4	VERIFICHE STRUTTURALI .....	117
	VERIFICHE STRUTTURALI SEZIONE DI MINOR ARMATURA.....	120
<b>15.</b>	<b>MURO DI SOSTEGNO CON H = 2.0 M - A .....</b>	<b>123</b>
15.1	GEOMETRIA DEL MURO.....	123
15.2	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	125
15.3	SOLLECITAZIONI SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	127
15.4	VERIFICHE STRUTTURALI .....	127
<b>16.</b>	<b>ALLEGATI – OUTPUT SOFTWARE DI CALCOLO.....</b>	<b>131</b>

APPROVATO SDP

## 1. PREMESSA

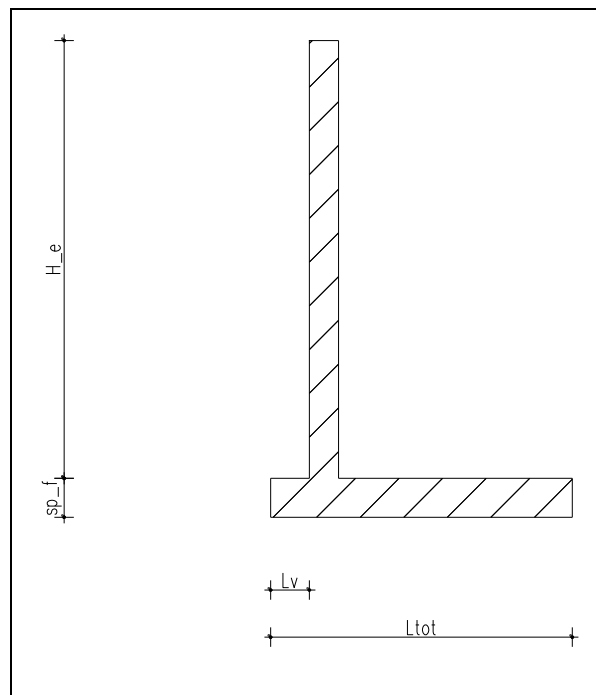
In questo documento si riportano le verifiche strutturali e geotecniche dei muri di sostegno tipologici, nell'ambito progetto esecutivo del raddoppio di carreggiata del lotto 0A della autostrada BreBeMi e dell'interconnessione A35 - A4.

Tutti i muri sono stati dimensionati considerando la presenza in testa muro di una barriera antirumore di altezza 4.0m. Le azioni di calcolo considerate sono pertanto: la spinta del terreno, il traffico stradale agente a tergo del muro, l'azione del vento e l'effetto del sisma.

I muri sono caratterizzati dall'elevazione prefabbricata in stabilimento e dalla fondazione in conglomerato cementizio armato gettata in opera.

I calcoli delle sollecitazioni sulla struttura, così come le verifiche di tipo geotecnico, sono stati eseguiti con l'ausilio del programma di calcolo *MAX 10.0*, prodotto dalla "Aztec Informatica Srl". *MAX 10.0* è un software di calcolo particolarmente evoluto dedicato al calcolo delle opere di sostegno.

Nelle tabelle seguenti si riportano le caratteristiche geometriche delle fondazioni dei muri di sostegno tipologici.



APPROVATO SDP

Nel caso di fondazione poggiante su ghiaia sabbiosa si ha:


MURO TIPOLOGICO	H <sub>e</sub> (cm)	sp <sub>f</sub> (cm)	L <sub>v</sub> (cm)	L <sub>tot</sub> (cm)
H=2 m	200	30	40	180
H=3 m	300	30	40	230
H=4 m	400	40	40	290
H=5 m	500	50	40	340
H=6 m	600	60	40	380
H=7 m	700	70	40	460
H=8 m	800	80	40	510

Nel caso di fondazione poggiante su argilla si ha:

MURO TIPOLOGICO	H <sub>e</sub> (cm)	sp <sub>f</sub> (cm)	L <sub>v</sub> (cm)	L <sub>tot</sub> (cm)
H=2,0 m – A	200	30	40	200
H=3,0 m – A	300	30	40	270
H=3,2 m – A	320	40	40	290

Si riportano di seguito le verifiche strutturali e geotecniche per le sezioni tipologiche in parola.

APPROVATO SDP

	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI100002000000200	REV. A00	FOGLIO 5 di 334
---	----------------------------	---	-------------	--------------------

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli e le verifiche effettuate sono state condotte in accordo alle seguenti normative:

- Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 14-01-2008
- Circolare n. 617 del 02-02-2009 "Istruzione per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008"

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



### 3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Nel seguito si elencano le caratteristiche dei materiali utilizzati per le fondazioni dei muri in parola.

#### 3.1 Calcestruzzo

		Classe di esposizione/c
X0	Calcestruzzo per sottofondazione:	C12/15
XC2	Calcestruzzo per fondazione: 0.52	C28/35

CLASSE DI CONSISTENZA S4

DIAMETRO MASSIMO INERTI 32mm (Calcestruzzo fondazione e Calcestruzzo elevazione).

#### 3.2 Acciaio

- Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata: Tipo  
B450C

#### 3.3 Caratteristiche di progetto

Nel seguito si elencano le caratteristiche di progetto dei materiali utilizzati per la struttura.


##### 3.3.1 C28/35

Classe di resistenza	=	C 28/35
Rck	=	35 MPa Valore caratteristico resistenza cubica
fck	=	29.05 MPa Valore caratteristico resistenza cilindrica
fcm	=	37.05 MPa Valore medio resistenza cilindrica
fctm	=	2.83 MPa Valore medio resistenza a trazione semplice
fcfm	=	3.40 MPa Valore medio resistenza a trazione per flessione
v	=	0.2 Coefficiente di Poisson
Ecm	=	32588 MPa Modulo elastico
γc	=	1.5 Coefficiente parziale di sicurezza
acc	=	0.85 Coefficiente risuttivo per resistenze di lunga durata
fcd	=	16.46 MPa Resistenza di calcolo a compressione
fctd	=	1.32 MPa Resistenza di calcolo a trazione
ε cu	=	0.0035 Deformazione a rottura per il calcestruzzo
ε c0	=	0.002 Deformazione limite del tratto a parabola del legame costitutivo del calcestruzzo

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI1100002000000200	REV. A00	FOGLIO 7 di 334
---	----------------------------	--	-------------	--------------------

### 3.3.2 B450C


fyk nom=	450	MPa	Valore nominale della tensione caratteristica di snervamento
ftk nom=	540	MPa	Valore nominale della tensione caratteristica di rottura
$\gamma_s$	=	1.15	Coefficiente parziale di sicurezza
Es	=	210000	MPa Modulo elastico
fyd	=	391.3	MPa Resistenza di calcolo
$\epsilon_{su}$	=	0.01	Deformazione a rottura per l'acciaio

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA






	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI1100002000000200	REV. A00	FOGLIO 8 di 334
---	----------------------------	--	-------------	--------------------

#### 4. SOFTWARE DI CALCOLO

Il progetto dei muri di sostegno è stato effettuato in accordo al D.M. 14-01-2008 con l'ausilio del programma di calcolo *MAX 10.0*, prodotto dalla "Aztec Informatica Srl", che è un software di calcolo particolarmente evoluto dedicato al calcolo delle opere di sostegno.


Per la verifica delle sezioni in c.a. rettangolari che costituiscono le fondazioni si è utilizzato il software "Gelfi".

Il calcolo delle sollecitazioni sarà condotto facendo riferimento ad uno sviluppo di 1,0 m di struttura.

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI100002000000200	REV. A00	FOGLIO 9 di 334
---	----------------------------	---	-------------	--------------------

## 5. CRITERI DI CALCOLO

### 5.1 Stratigrafia e parametri geotecnici

Il dimensionamento e le verifiche delle opere in oggetto sono state effettuate considerando le seguenti parametri geotecnici caratteristici in accordo alla Relazione Geotecnica di riferimento.

Per il materiale di riporto a tergo opera si assumono le seguenti caratteristiche:

$$\begin{aligned} \gamma_k &= 20 \text{ kN/m}^3 && \text{peso specifico} \\ \phi'_k &= 38^\circ && \text{angolo di attrito} \\ c'_k &= 0 \text{ kN/m}^2 && \text{coesione} \end{aligned}$$

Nel caso di terreno di fondazione caratterizzato da ghiaia sabbiosa si assumono le seguenti caratteristiche:

#### Ghiaia sabbiosa

$$\begin{aligned} \gamma_k &= 20 \text{ kN/m}^3 && \text{peso specifico} \\ \phi'_k &= 35^\circ && \text{angolo di attrito} \\ c'_k &= 0 \text{ kN/m}^2 && \text{coesione} \end{aligned}$$

Nel caso di terreno di fondazione caratterizzato da argilla si assumono le seguenti caratteristiche:

#### Argilla

$$\begin{aligned} \gamma_k &= 19 \text{ kN/m}^3 && \text{peso specifico} \\ \phi'_k &= 28^\circ && \text{angolo di attrito} \\ c'_k &= 0 \text{ kN/m}^2 && \text{coesione} \end{aligned}$$

Quest'ultima stratigrafia di progetto è stata redatta sulla base delle evidenze del sondaggio S3 di progetto esecutivo, rappresentativo della tratta da pk 0+390 a pk 1+200 del ramo A4 – BreBeMi.

Per tutte le altre tratte del progetto in parola, è stata adottata la stratigrafia con terreno di fondazione caratterizzato da ghiaia sabbiosa.

### 5.2 Caratterizzazione sismica

Per l'analisi sismica si assumono i parametri sismici più gravosi relativamente al tratto interessato dall'interconnessione.

Per la definizione dell'azione sismica, occorre definire il periodo di riferimento  $P_{VR}$  in funzione dello stato limite considerato.

La vita nominale ( $V_N$ ) dell'opera è stata assunta pari a 50 anni. La classe d'uso assunta è la IV.

Il periodo di riferimento ( $V_R$ ) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso vale:


$$V_R = V_N \cdot C_u = 100 \text{ anni}$$

I valori di probabilità di superamento del periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente è:

$$P_{VR}(SLV) = 10\%$$

Società di Progetto  
Brebemi SpA



	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI1100002000000200	REV. A00	FOGLIO 10 di 334
---	----------------------------	--	-------------	---------------------

Il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  espresso in anni, vale:  
 $T_R(SLV) = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = 949$  anni

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma, è possibile definire i parametri che caratterizzano il sisma.

Per quanto riguarda il caso di muro fondato su ghiaia sabbiosa si ha:

$a_g$	accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;	0.183 g
$F_0$	valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale	2.450
$T^*_c$	periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale	0.287 s
$S_s$	coefficiente di amplificazione stratigrafica	Cat B
		1.2

Siccome le opere sono ubicate in pianura si ha:

$$S_s = 1.2$$

$$S_t = 1.0$$

$$S = S_s \times S_t = 1.2$$

L'accelerazione massima risulta quindi:

$$a_{\max}(SLV) = 1.2 \times 0.183 \text{ g} = 0.220 \text{ g}$$

Nelle verifiche allo stato limite ultimo i valori dei coefficienti sismici orizzontali  $k_h$  e verticale  $k_v$  si possono valutare come


$$k_h = \beta_m \times (a_{\max} / g)$$

$$k_v = \pm 0.5k_h$$

Nel caso in esame il coefficiente  $\beta_m$  può essere assunto pari a 0.24. Pertanto si ottengono i seguenti coefficienti sismici:

$$k_h = 0.24 \times 0.220 = 0.0528$$

$$k_v = \pm 0.5 \times 0.0528 = 0.0264$$

	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI100002000000200	REV. A00	FOGLIO 11 di 334
---	----------------------------	---	-------------	---------------------

Per quanto riguarda il caso di muro fondato su argilla si ha:

$a_g$	accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;	0.183 g
$F_0$	valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale	2.450
$T^*_c$	periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale	0.287 s
$S_s$	coefficiente di amplificazione stratigrafica	Cat C 1.43

Siccome le opere sono ubicate in pianura si ha:

$$S_s = 1.43$$

$$S_t = 1.0$$

$$S = S_s \times S_t = 1.43$$

L' accelerazione massima risulta quindi:

$$a_{\max}(\text{SLV}) = 1.43 \times 0.183 \text{ g} = 0.262 \text{ g}$$

Nelle verifiche allo stato limite ultimo i valori dei coefficienti sismici orizzontali  $k_h$  e verticale  $k_v$  si possono valutare come

$$k_h = \beta_m \times (a_{\max} / g)$$


$$k_v = \pm 0.5k_h$$

Nel caso in esame il coefficiente  $\beta_m$  può essere assunto pari a 0.24. Pertanto si ottengono i seguenti coefficienti sismici:

$$k_h = 0.24 \times 0.262 = 0.0630$$

$$k_v = \pm 0.5 \times 0.0630 = 0.0315$$

APPROVATO SDP

	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI100002000000200	REV. A00	FOGLIO 12 di 334
---	----------------------------	---	-------------	---------------------

## 5.3 Analisi dei carichi

### 5.3.1 Spinta statica (terra, sovraccarico e idraulica)

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

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

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.

In presenza di pressioni neutre, la spinta idrostatica è:

$$S_w = \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot H_w^2$$

ed è applicata ad  $1/3 \cdot H_w$ , con:

$H_w$  = altezza falda dalla base di fondazione;

$\gamma_w$  = peso specifico dell'acqua.

### 5.3.2 Incremento di spinta dovuto al sisma


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

Società di Progetto  
Brebemi SpA



	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEII100002000000200	REV. A00	FOGLIO 13 di 334
---	----------------------------	--	-------------	---------------------

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

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

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w))*(k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w))*(k_h/(1 \pm k_v))]$$

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.

### 5.3.3 Sovraccarico stradale (carico variabile)

Per tenere conto del traffico stradale in tutte le tipologie di muri è stato applicato, a tergo del muro, un carico uniformemente distribuito pari a 20 kPa.

### 5.3.4 Vento (carico variabile)

Il D.M. del 14 Gennaio 2008 al punto 3.3, fornisce indicazioni per il calcolo della velocità di riferimento e della velocità media del vento. L'azione statica equivalente del vento è ricavabile, secondo quanto indicato dallo stesso documento, in funzione della velocità calcolata. Ai fini del calcolo delle sollecitazioni si fa riferimento al vento nella sola direzione perpendicolare all'asse stradale.

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_b * c_e * c_p * c_d$$

dove:

- $q_b$  pressione cinetica di riferimento
- $c_e$  coefficiente di esposizione
- $c_p$  coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico)
- $c_d$  coefficiente dinamico

I dati di ingresso sono i seguenti:

- Regione:

	$v_{b,0}$ (m/s)	$a_0$ (m)	$k_a$ (1/s)
Zona 1 = Regione Lombardia.	25	1000	0.010


Si assumono inoltre i seguenti parametri:

- Classe di rugosità : D                      Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aree agricole, ...)
- Altezza s.l.m. di ubicazione dell'opera e corrispondente categoria di classificazione del luogo oggetto dell'intervento in funzione della rugosità < 500 m

La Categoria di esposizione risulta in funzione della rugosità:

Altitudine	Classe di Rugosità	Categoria di esposizione
fino a 500 m	D	II

Da cui :

	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI100002000000200	REV. A00	FOGLIO 15 di 334
---	----------------------------	---	-------------	---------------------

Categoria	kr	z <sub>0</sub> (m)	z <sub>min</sub> (m)
II	0,19	0,05	4

- La pressione cinetica di riferimento è data dall'espressione:

$$q_b = 0,5 * \rho * V_b^2 = 390.63 \text{ N/m}^2$$

dove  $\rho$  è la densità dell'aria e vale  $1,25 \text{ kg/m}^3$ .

- Il coefficiente di esposizione dipende dall'altezza  $z$  dal piano di campagna (rilevato compreso, se presente) del punto considerato, dalla topografia e dalla categoria di esposizione. Si calcola il coefficiente di esposizione  $c_e$  in funzione dell'altezza  $z$  sul suolo considerando a favore di sicurezza l'altezza di rilevato massima che si verifica sul tracciato e con coefficiente di topografia  $c_t = 1$ :

$$c_e(z) = k_r^2 \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[ 7 + \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right]$$

per  $z \geq z_{min}$

per  $z < z_{min}$  si calcola con  $z = z_{min}$ .

Assumendo un'altezza media del rilevato rispetto al piano campagna di 5m e considerando un'altezza della barriera di 5m, il valore di  $c_e$ , per la categoria di esposizione II, è pari a :

$$c_{e,max}(z = 10 \text{ m}) = 2.35$$

- Coefficiente dinamico  $c_d$

Facendo riferimento a quanto riportato nel D.M. 2008, per l'opera in oggetto si assume un valore di  $c_d = 1$ .

- Coefficiente di forma  $c_p$

Il coefficiente di forma  $c_p$  viene ottenuto, a favore di sicurezza, facendo riferimento alle indicazioni fornite per i corpi cilindrici:

$$c_p = 1.20$$

Da quanto sopra riportato si ha:

$$p_{max} = q_b * c_e * c_p * c_d = 0.39 * 2.35 * 1.20 * 1.00 = 1.10 \text{ kPa}$$


La pressione del vento è stata considerata, a favore di sicurezza, uniforme su tutta l'altezza della barriera e pari al valore massimo.

Nel dimensionamento di tutti i muri è stato considerato l'effetto del vento nei termini sopra riportati.

Progetto  
Brebemi SpA





	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI100002000000200	REV. A00	FOGLIO 16 di 334
---	----------------------------	---	-------------	---------------------

In particolare, siccome l'altezza della barriera antirumore considerata è pari a 4,0 m, sono state applicate in testa all'elevazione del muro le seguenti azioni caratteristiche:


$$T = 1,1 \text{ kPa} \times 4,0 \text{ m} = 4,4 \text{ kN/m}$$

$$M = T \times H/2 = 4,4 \text{ kN/m} \times 4,0 \text{ m} / 2 = 8,8 \text{ kNm/m}$$

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	65968-00002-A00	04RCEI1100002000000200	A00	17 di 334

## 5.4 Combinazioni di carico

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), le verifiche sono state condotte con il metodo semi-probabilistico agli Stati Limite.

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 del sovracitato *D.M. 14/01/2008*.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

-SLU di tipo geotecnico (GEO), di stabilità globale (STAB) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)

- stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno (STAB);
- scorrimento sul piano di posa (GEO);
- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno (GEO);
- ribaltamento (EQU).

-SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche saranno condotte secondo l'approccio progettuale "Approccio 1", che prevede, per le verifiche STR e GEO, le due seguenti combinazioni di calcolo:

Combinazione	A1+M1+R1	STR
Combinazione	A2+M2+R2	GEO

per la quale valgono i coefficienti parziali di seguito riportati.

La verifica al ribaltamento viene seguita secondo la combinazione EQU, i cui coefficienti di sicurezza sono di seguito riportati, adottando per il calcolo delle spinte i coefficienti parziali del gruppo (M2).

La verifica di stabilità globale viene eseguita secondo la seguente combinazione di calcolo:

combinazione	A2+M2+R2	STAB
--------------	----------	------

per la quale valgono i coefficienti parziali di seguito riportati.

### *Simbologia adottata*

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata

Società di Progetto  
Brebemi SpA



$\gamma_{qu}$  Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

$\gamma_{\gamma}$  Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>EQU</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	0.90	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.10	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

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

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

APPROVATO SDP

## **FONDAZIONE SUPERFICIALE**

### **Coefficienti parziali $\gamma_R$ per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

Coeff. di combinazione carichi da traffico	$\Psi_0 = 0.70$	$\Psi_1 = 0.50$	$\Psi_2 = 0.20$
Coeff. di combinazione carichi da vento	$\Psi_0 = 1.00$	$\Psi_1 = 1.00$	$\Psi_2 = 0.00$

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

SLU  $\Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$

Eccezionale  $\Rightarrow G_1 + G_2 + A_d + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$  (urto da svio veicolare)

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio si definiscono le seguenti combinazioni:

Rara  $\Rightarrow G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$

Frequente  $\Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

Quasi permanente  $\Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

Di seguito si riportano le combinazioni di carico considerate:

### *Simbologia adottata*

*F/S* Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	1.00	1.00
Vento	SFAV	1.00	1.00	1.00

APPROVATO SDR

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	1.00	1.00
Vento	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	1.00	1.00
Vento	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	1.00	1.00
Vento	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	1.00	1.00
Vento	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	1.00	1.00
Vento	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	1.00	1.00
Vento	SFAV	1.00	1.00	1.00

APPROVATO SDP

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	1.00	1.00
Vento	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1.00	1,30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1.00	1,30
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 13 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 14 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10

APPROVATO SDP

Traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50
----------	------	------	------	------

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 17 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 20 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 21 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 22 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00

APPROVATO SDP

Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 23 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 24 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 25 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 26 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 27 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 28 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 29 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00

APPROVATO SDP



Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 30 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 31 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 32 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1.00	1,30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 33 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1.00	1,30
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 34 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 35 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 36 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 37 - Caso EQU (SLU)

APPROVATO SDP

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10

Combinazione n° 38 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 39 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 40 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 41 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Vento	SFAV	1.00	1.00	1.00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20


Combinazione n° 42 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	1.00	1.00
Vento	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 43 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Vento	SFAV	1.00	1.00	1.00
Traffico	SFAV	1.00	0.70	0.70

APPROVATO SDP

	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI100002000000200	REV. A00	FOGLIO 26 di 334
---	----------------------------	---	-------------	---------------------

## 5.5 Verifiche geotecniche

### 5.5.1 Ribaltamento del muro

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  $\eta_r$ .

Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare  $\eta_r \geq 1.0$ .

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.


Con riferimento alla combinazione EQU dell'Approccio 2, la stabilità del muro risulta accettabile se il coefficiente di sicurezza  $\mu_r$  è maggiore o uguale a 1.0.

### 5.5.2 Traslazione sul piano di posa

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  $\eta_s$ .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_s \geq 1.0$

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

	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEII100002000000200	REV. A00	FOGLIO 27 di 334
---	----------------------------	--	-------------	---------------------

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

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

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.

### 5.5.3 Carico limite fondazione terreno

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:

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_q \geq 1.0$

Le espressioni di Hansen per il calcolo della capacità portante si differenziano a secondo se siamo in presenza di un terreno puramente coesivo ( $\phi=0$ ) o meno e si esprimono nel modo seguente:

Caso generale


$$q_u = c N_c s_c d_c i_c g_c b_c + q N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Caso di terreno puramente coesivo  $\phi=0$

$$q_u = 5.14 c (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

in cui  $d_c, d_q, d_\gamma$ , sono i fattori di profondità;  $s_c, s_q, s_\gamma$ , sono i fattori di forma;  $i_c, i_q, i_\gamma$ , sono i fattori di inclinazione del carico;  $b_c, b_q, b_\gamma$ , sono i fattori di inclinazione del piano di posa;  $g_c, g_q, g_\gamma$ , sono i fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori  $N_c, N_q, N_\gamma$  sono espressi come:

	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI100002000000200	REV. A00	FOGLIO 28 di 334
---	----------------------------	---	-------------	---------------------

$$N_q = e^{\pi \text{tg} \phi} K_p$$

$$N_c = (N_q - 1) \text{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \text{tg} \phi$$

### 5.5.4 Stabilità globale

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 o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

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:

$$\eta = \frac{\sum_i \left( \frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \text{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$


dove il termine  $m$  è espresso da

$$m = \left( 1 + \frac{\text{tg} \phi_i \text{tg} \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

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  $\phi_i$  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 viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Con riferimento alla combinazione A2+M2+R2 STAB, il coefficiente di sicurezza imposto dalla normativa deve rispettare la condizione  $\mu_s \geq 1.1$ .

	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEII100002000000200	REV. A00	FOGLIO 29 di 334
---	----------------------------	--	-------------	---------------------

## 5.6 Verifiche strutturali

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008, gli elementi strutturali verranno verificati per i seguenti Stati Limite:

- ✓ Stato Limite Ultimo (flessione e taglio)
- ✓ Stato Limite di Fessurazione
- ✓ Stato Limite delle Tensioni di Esercizio

### 5.6.1 Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione:

$$E_d = E \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

Ovvero

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[ F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

con  $\gamma_E = \gamma_F$ ,

e dove  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza dell'elemento strutturale in oggetto.

### 5.6.2 Condizioni ambientali e verifiche allo S.L.E.

Per assicurare la funzionalità e la durabilità delle strutture, nell'arco temporale coperto dalla vita utile della struttura, la normativa di riferimento prescrive di eseguire le verifiche strutturali allo stato limite di esercizio, che si concretizzano in verifiche allo stato limite di fessurazione ed allo stato limite delle tensioni.

### 5.6.3 Stati limite di fessurazione (SLE)

Per le verifiche in oggetto si prendono in considerazione le seguenti combinazioni di azioni:

- Quasi permanenti;
- Frequenti.

I limiti di apertura delle fessure sono stabiliti dalla norma e sono funzione delle condizioni ambientali (classe di esposizione) e della combinazione delle azioni considerata.

Di seguito si riporta la tabella 4.1.III contenuta nel DM14.01.2008 relativa alle condizioni ambientali e delle corrispondenti classi di esposizione da prescrivere in progetto.

Società di Progetto  
Brebemi SpA



Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

**Tabella 4.1.III: Descrizione delle condizioni ambientali**

Nella tabella 4.1.IV sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle condizioni ambientale e al tipo di armatura.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

**Tabella 4.1.IV: Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione**

Dove per i valori limite di aperture delle fessure valgono i seguenti valori nominali:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Le armature che si impiegano nei getti di c.c.a. sono armature in acciaio ordinario e pertanto risultano appartenere al secondo gruppo, ossia al gruppo di armature poco sensibili.

Nella tabella che segue per ciascun elemento strutturale si elencano i rispettivi limiti di apertura delle fessure.

ELEMENTO STRUTTURALE	CONDIZIONE AMBIENTALE	VALORE LIMITE FESSURE [mm]	
		Combinazione FREQUENTE	Combinazione QUASI PERMANENTE
FONDAZIONE	Ordinarie	0.4	0.3

### 5.6.4 Stati limite delle tensioni (SLE)

Secondo quanto prescritto dal DM14.01.2008, nelle combinazioni di azioni rara e quasi permanente, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo che nell'acciaio e si verifica che tali tensioni siano inferiori ai valori massimi di seguito riportati.

#### Verifica lato calcestruzzo

$$\sigma_c < 0.60 \cdot f_{ck}$$

per combinazione rara

$$\sigma_c < 0.45 \cdot f_{ck}$$

per combinazione quasi permanente

ELEMENTO STRUTTURALE	TENSIONE LIMITE DI COMPRESSIONE			
	$\sigma_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]			
	Combinazione RARA		Combinazione QUASI PERMANENTE	
FONDAZIONE	0.60*28	16.8	0.45*28	12.6

#### Verifica lato acciaio

$$\sigma_s < 0.80 \cdot f_{yk} = 0.80 \cdot 450 = 360 \text{ N/mm}^2$$

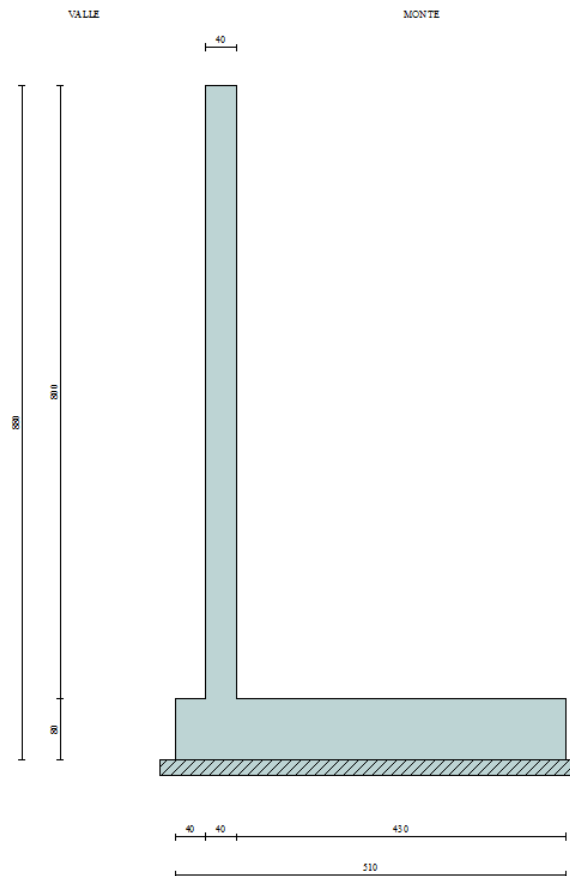
per combinazione rara

APPROVATO SDP



## 6. MURO DI SOSTEGNO CON H = 8.0 M

### 6.1 Geometria del muro



Le principali caratteristiche geometriche adottate nelle successive calcolazioni risultano:

H elevazione = 800 cm

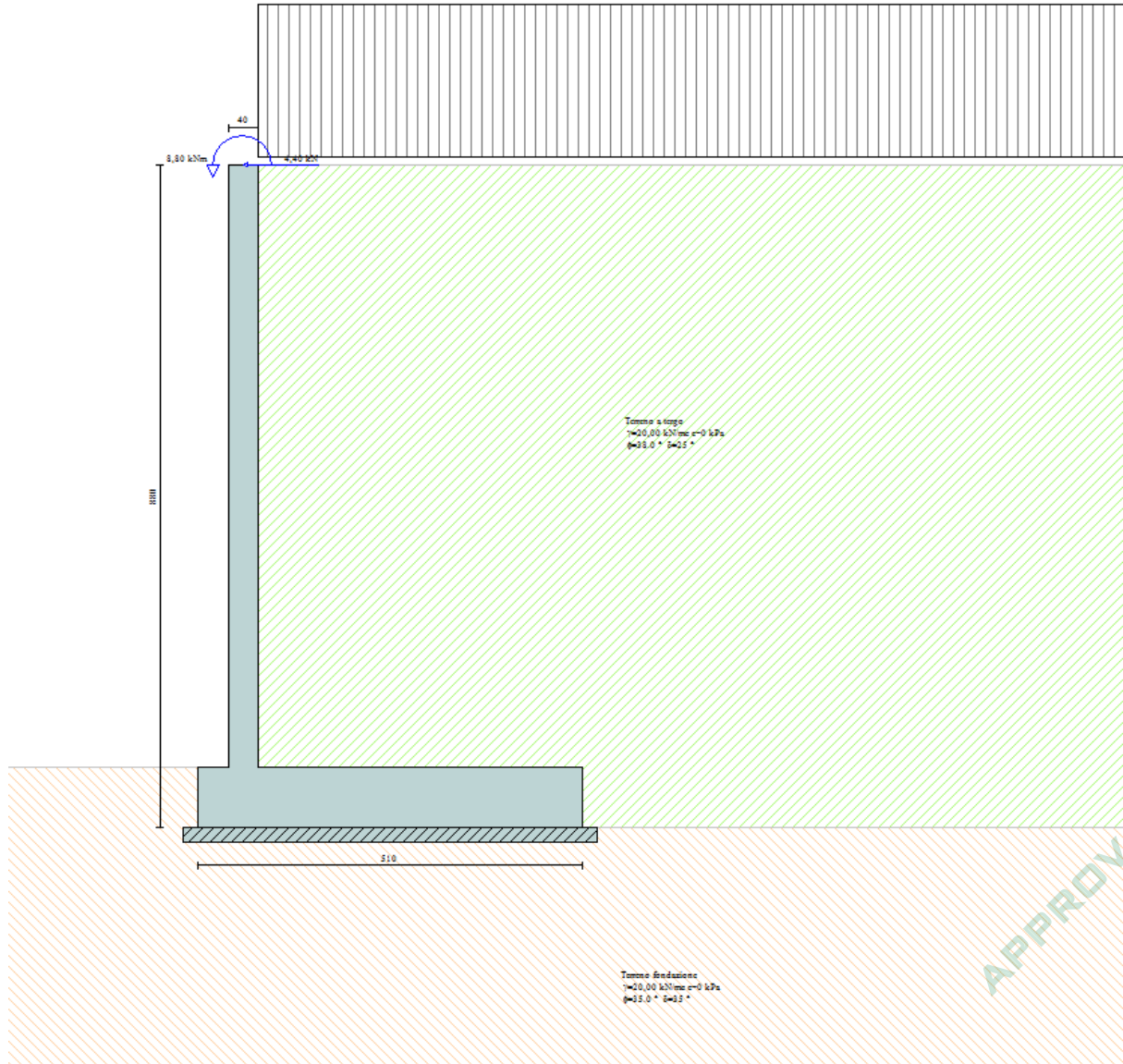
L<sub>tot</sub> fondazione = 510 cm

Sp fondazione = 80 cm

L fondazione di monte = 40 cm

APPROVATO SDP

Di seguito la figura del modello di calcolo realizzato:



## 6.2 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche del muro vengono riassunte nello schema seguente. Esse risultano tutte soddisfatte in quanto i coefficienti di sicurezza calcolati risultano maggiori di quelli limite imposti dalla normativa. I dettagli del calcolo delle azioni in baricentro fondazione per le varie combinazioni di carico sono riportati in allegato.

*Simbologia adottata*

*C* Identificativo della combinazione

*Tipo* Tipo combinazione

*Sisma* Combinazione sismica

$CS_{SCO}$  Coeff. di sicurezza allo scorrimento

$CS_{RIB}$  Coeff. di sicurezza al ribaltamento

$CS_{QLIM}$  Coeff. di sicurezza a carico limite

$CS_{STAB}$  Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b><math>CS_{SCO}</math></b>	<b><math>CS_{RIB}</math></b>	<b><math>CS_{QLIM}</math></b>	<b><math>CS_{STAB}</math></b>
1	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	2,78	--	3,51	--
2	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	2,74	--	3,63	--
3	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,81	--	1,09	--
4	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,78	--	1,13	--
5	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,64	--	--
6	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,54	--	--
7	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,41
8	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,40
9	A1-M1 - [2]	--	3,85	--	4,14	--
10	A1-M1 - [2]	--	3,70	--	4,24	--
11	A1-M1 - [2]	--	3,27	--	4,13	--
12	A1-M1 - [2]	--	3,12	--	4,21	--
13	A2-M2 - [2]	--	2,33	--	1,68	--
14	EQU - [2]	--	--	3,21	--	--
15	STAB - [2]	--	--	--	--	1,52
16	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	3,01	--	4,65	--
17	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	3,06	--	4,48	--
18	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1,96	--	1,51	--
19	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1,99	--	1,46	--
20	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,97	--	--
21	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,11	--	--
22	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,49
23	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,48
24	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	3,01	--	4,29	--
25	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2,96	--	4,45	--
26	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,93	--	1,43	--
27	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1,95	--	1,38	--
28	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,89	--	--
29	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,02	--	--
30	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,47
31	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,46

APPROVATO SGP

32	A1-M1 - [5]	--	4,32	--	5,15	--
33	A1-M1 - [5]	--	4,13	--	5,32	--
34	A1-M1 - [5]	--	3,58	--	5,24	--
35	A1-M1 - [5]	--	3,39	--	5,39	--
36	A2-M2 - [5]	--	2,64	--	2,24	--
37	EQU - [5]	--	--	3,90	--	--
38	STAB - [5]	--	--	--	--	1,62
39	SLEQ - [1]	--	4,22	--	6,43	--
40	SLEF - [1]	--	4,09	--	6,07	--
41	SLEF - [1]	--	4,10	--	6,19	--
42	SLER - [1]	--	3,81	--	5,34	--
43	SLER - [1]	--	3,91	--	5,64	--

APPROVATO SDP

### 6.3 Sollecitazioni sugli elementi strutturali

In tabella si riassumono le sollecitazioni significative agenti sulla fondazione all'attacco con l'elevazione del muro per metro di sviluppo di struttura.

COMBINAZIONE	FONDAZIONE		
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	$T_{MAX}$ (kN/m)	N (kN/m)
SLU	682	226	0
RARA	211	-	0
FREQUENTE	154	-	0
QUASI PERMANENTE	110	-	0

Per l'equilibrio del nodo di attacco tra elevazione e fondazione, le sollecitazioni flessionali massime agenti sull'elevazione sono quelle riportate nella tabella stessa.

Quindi l'elemento prefabbricato in elevazione dovrà presentare caratteristiche meccaniche di resistenza tali da garantire almeno il momento resistente su riportato.

Si riportano inoltre le sollecitazioni per la sezione di minore armatura, posta alla distanza di 2,60 m dallo spigolo di monte della fondazione.

COMBINAZIONE	FONDAZIONE	
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	N (kN/m)
SLU	311,6	0
RARA	122	0
FREQUENTE	91	0
QUASI PERMANENTE	67	0

APPROVATO SDP

## 6.4 Verifiche strutturali sezione di attacco con l'elevazione

Si effettuano le verifiche per 2,50 m di sviluppo di fondazione.  
Le caratteristiche della sezione di fondazione resistente sono:

$$b = 250 \text{ cm}$$

$$h = 80 \text{ cm}$$

$$A_{\text{tesa\_superiore}} = 12 \Phi 26$$

$$A_{\text{comp\_inferiore}} = 12 \Phi 18$$

### 6.4.1 Verifica a flessione SLU

$$M_{S,d} = 682 \times 2,50 \text{ m} = 1705 \text{ kNm}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

Titolo :			Tipo Sezione		
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom			N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom		
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="250"/>	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="30,54"/>	<input type="text" value="6"/>
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="63,71"/>	<input type="text" value="73,7"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="63,71"/>	<input type="text" value="73,7"/>
Sollecitazioni S.L.U. <input type="text"/> Metodo n <input type="text"/>			P.to applicazione N <input checked="" type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Baricentro cls <input type="radio"/> Coord.[cm] xN <input type="text" value="0"/> yN <input type="text" value="0"/>		
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1705"/>	<input type="text" value="0"/>	Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato		
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	Metodo di calcolo <input checked="" type="radio"/> S.L.U.+ <input type="radio"/> S.L.U.- <input checked="" type="radio"/> Metodo n		
Materiali B450C C28/35			Tipo flessione <input checked="" type="radio"/> Retta <input type="radio"/> Deviata		
<input type="text" value="67,5"/>	<input type="text" value="391,3"/>	<input type="text" value="200.000"/>	<input type="text" value="1,757"/>	<input type="text" value="-15,87"/>	<input type="text" value="391,3"/>
<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="1,957"/>	<input type="text" value="255"/>	<input type="text" value="3,5"/>	<input type="text" value="33,95"/>	<input type="text" value="73,7"/>
<input type="text" value="0,8"/>	<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="0,6667"/>	<input type="text" value="6,889"/>	<input type="text" value="0,09347"/>	<input type="text" value="0,7"/>
<input type="text" value="1,971"/>	<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="0,6667"/>	<input type="text" value="6,889"/>	<input type="text" value="0,09347"/>	<input type="text" value="0,7"/>
N° rett. <input type="text" value="100"/>			Calcola MRd <input type="text"/> Dominio M-N <input type="text"/>		
L <sub>0</sub> <input type="text" value="0"/> cm Col. modello <input type="text"/>			<input type="checkbox"/> Precompresso		

Essendo  $M_{R,d} = 1757 \text{ kNm} > M_{S,d} = 1705 \text{ kNm}$  la verifica risulta soddisfatta.

## 6.4.2 Verifica a taglio SLU

$$T_{S,d} = 226 \text{ kN/m}$$

$$M_{S,d} = 682 \text{ kNm/m}$$

$$N_{S,d} = 0.0 \text{ kN/m}$$

$V_{sdu}$	226	kN
$M_{sdu}$	682	kNm
$N_{sdu}$	0	kN
$R_{ck}$	35	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	28	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c$	1,5	
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$bw$	100	cm
$d$	75,00	cm
$Asl$	25,45	cm <sup>2</sup>
$c$	5,00	cm
$\alpha$	90	gradi
$\alpha$	1,57	rad
$\theta$	21,80	gradi
$ctg\theta$	2,50	
$\theta_{imposto}$	-	gradi
$Asw$	0	cm <sup>2</sup>
passo staffe	40	cm
$f_{cd}$	15,867	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctd_{0,05}}$	1,240	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391,304	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{cp}$	0,0000	N/mm <sup>2</sup>
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
$V_{Rd}$	293,163	kN

APPROVATO SDP

La verifica risulta soddisfatta senza armatura a taglio.

### 6.4.3 Verifica alle tensioni di esercizio SLE

Le verifiche a flessione vengono eseguite controllando che i valori delle tensioni ottenuti nell'acciaio e nel calcestruzzo calcolati per le combinazioni di carico SLE (rara), SLE (quasi permanente) rientrino all'interno dei valori limite relativi ai materiali utilizzati.

Combinazione SLE – rara

$$M_{SLE,RARA} = 211 \times 2,50 \text{ m} = 528 \text{ kNm}$$

Titolo :			Tipo Sezione		
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom			N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom		
N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	250	80	1	30,54	6
			2	63,71	73,7

Sollecitazioni		P.to applicazione N	
S.L.U.	Metodo n	<input checked="" type="radio"/> Centro	<input type="radio"/> Baricentro cls
N <sub>Ed</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN	<input type="radio"/> Coord.[cm]	xN <input type="text" value="0"/>
M <sub>xEd</sub> <input type="text" value="0"/>	528 kNm		yN <input type="text" value="0"/>
M <sub>yEd</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		

Materiali			
<b>B450C</b>	<b>C28/35</b>	$\sigma_c$	<input type="text" value="-2,889"/> N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{su}$ <input type="text" value="67,5"/> ‰	$\epsilon_{c2}$ <input type="text" value="2"/> ‰	$\sigma_s$	<input type="text" value="123,1"/> N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$ <input type="text" value="391,3"/> N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$ <input type="text" value="3,5"/> ‰	$\epsilon_s$	<input type="text" value="0,6153"/> ‰
$E_s$ <input type="text" value="200,000"/> N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ <input type="text" value="15,87"/> ‰	d	<input type="text" value="73,7"/> cm
$E_s/E_c$ <input type="text" value="15"/>	$f_{cc}/f_{cd}$ <input type="text" value="0,8"/> ?	x	<input type="text" value="19,19"/> x/d <input type="text" value="0,2604"/>
$\epsilon_{syd}$ <input type="text" value="1,957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="11"/>		$\delta$ <input type="text" value="0,7655"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ <input type="text" value="0,6667"/>		
	$\tau_{cl}$ <input type="text" value="1,971"/>		

Metodo di calcolo	
<input type="radio"/> S.L.U.+	<input type="radio"/> S.L.U.-
<input checked="" type="radio"/> Metodo n	


Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

Poiché i valori di  $\sigma_c$  e  $\sigma_s$  con la combinazione più gravosa (rara) rispettano anche i limiti tensionali prescritti per la combinazione meno gravosa (quasi – permanente) e quindi più restrittivi, le verifiche per entrambe le condizioni sono soddisfatte.



	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEII100002000000200	REV. A00	FOGLIO 40 di 334
---	----------------------------	--	-------------	---------------------

#### 6.4.4 Verifica a fessurazione SLE

Si effettuano le verifiche a fessurazione facendo riferimento conservativamente alla combinazione rara.

##### Caratteristiche dei materiali

Coefficiente di omogeneizzazione $t=0$	$n_0 =$	6	
Classe cls	$f_{ck} =$	28	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico acciaio	$E_s =$	2,10E+05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls $t=0$	$E_{cm0} =$	3,23E+04	N/mm <sup>2</sup>

##### Caratteristiche della sezione

Altezza	$h =$	80	cm
Larghezza	$B =$	250	cm
Copriferro baricentrico acciaio teso	$cb =$	6,30	cm
Area acciaio teso	$A_s =$	63,71	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	$c =$	5,0	cm
Diametro massimo barre tese	$\Phi =$	2,6	cm
Diametro medio equivalente	$\Phi_m =$	2,6	cm

##### Sezione fessurata: apertura fessure

Tensione media barre (l'intera area in A)	$\sigma_{sm} =$	123,10	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	$x =$	19,19	cm
Altezza utile	$d =$	73,70	cm
Deformazione lembo inferiore	$\varepsilon_1 =$	6,54E-04	
Deformazione lembo superiore	$\varepsilon_2 =$	0,00	

##### Distanza media fra due fessure attigue

Coefficiente $k_2$	$k_2 =$	0,50	
Coefficiente $k_3$	$k_3 =$	3,400	
Larghezza efficace	$b_{eff} =$	250,0	cm
Altezza efficace	$h_{c,eff} =$	15,8	cm
Area efficace	$A_{ceff} =$	3937,5	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in $A_{ceff}$	$A_s =$	63,71	cm <sup>2</sup>

Società di Progetto  
Brebemi SpA



Distanza massima fra due fessure	$\Delta_{smax} =$	44,32	cm
Coefficiente $k_t$	$k_t =$	0,4	
Coefficiente $k_1$	$k_1 =$	0,8	
Coefficiente $k_4$	$k_4 =$	0,425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	$e_{sm} =$	3,52E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	$w_k =$	<b>0,156</b>	<b>mm</b>

Poiché l'ampiezza delle fessure è inferiore a 0,3 mm la verifica risulta soddisfatta sia per la combinazione frequente che quasi permanente.

APPROVATO SDP

## 6.5 Verifiche strutturali sezione di minor armatura

Si effettuano le verifiche per 2,50 m di sviluppo di fondazione.

Le caratteristiche della sezione di fondazione resistente sono:

$$b = 250 \text{ cm}$$

$$h = 80 \text{ cm}$$

$$A_{\text{tesa\_superiore}} = 6 \Phi 26$$

$$A_{\text{comp\_inferiore}} = 12 \Phi 18$$

### 6.5.1 Verifica a flessione SLU


$$M_{S,d} = 311,6 \times 2,50 \text{ m} = 779 \text{ kNm}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

Titolo :			Tipo Sezione		
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom			N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom		
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="250"/>	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="30,54"/>	<input type="text" value="6"/>
			<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="31,86"/>	<input type="text" value="73,7"/>
Sollecitazioni			P.to applicazione N		
S.L.U. Metodo n			<input checked="" type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Baricentro cls <input type="radio"/> Coord.[cm] xN <input type="text" value="0"/> yN <input type="text" value="0"/>		
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	Tipo rottura		
<input type="text" value="779"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	Lato calcestruzzo - Acciaio snervato		
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	Metodo di calcolo		
Materiali			<input checked="" type="radio"/> S.L.U.+ <input type="radio"/> S.L.U.- <input type="radio"/> Metodo n		
<input type="text" value="B450C"/>	<input type="text" value="C28/35"/>	<input type="text" value="907,3"/>	Tipo flessione		
<input type="text" value="67,5"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="15,87"/>	<input checked="" type="radio"/> Retta <input type="radio"/> Deviata		
<input type="text" value="391,3"/>	<input type="text" value="3,5"/>	<input type="text" value="391,3"/>	N° rett. <input type="text" value="100"/>		
<input type="text" value="200.000"/>	<input type="text" value="15,87"/>	<input type="text" value="3,5"/>	Calcola MRd		
<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="0,8"/>	<input type="text" value="47,33"/>	Dominio M-N		
<input type="text" value="1,957"/>	<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="73,7"/>	L <sub>0</sub> <input type="text" value="0"/> cm		
<input type="text" value="255"/>	<input type="text" value="0,6667"/>	<input type="text" value="5,075"/>	Col. modello		
<input type="text" value="1,971"/>	<input type="text" value="1,971"/>	<input type="text" value="0,06886"/>	<input type="checkbox"/> Precompresso		
		<input type="text" value="0,7"/>			

Essendo  $M_{R,d} = 907 \text{ kNm} > M_{S,d} = 779 \text{ kNm}$  la verifica risulta soddisfatta.



	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI100002000000200	REV. A00	FOGLIO 44 di 334
---	----------------------------	---	-------------	---------------------

### 6.5.3 Verifica a fessurazione SLE

Si effettuano le verifiche a fessurazione facendo riferimento conservativamente alla combinazione rara.

#### Caratteristiche dei materiali

Coefficiente di omogeneizzazione $t=0$	$n_0 =$	6	
Classe cls	$f_{ck} =$	28	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico acciaio	$E_s =$	2,10E+05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls $t=0$	$E_{cm0} =$	3,23E+04	N/mm <sup>2</sup>

#### Caratteristiche della sezione

Altezza	$h =$	80	cm
Larghezza	$B =$	250	cm
Copriferro baricentrico acciaio teso	$cb =$	6,30	cm
Area acciaio teso	$A_s =$	31,86	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	$c =$	5,0	cm
Diametro massimo barre tese	$\Phi =$	2,6	cm
Diametro medio equivalente	$\Phi_m =$	2,6	cm

#### Sezione fessurata: apertura fessure

Tensione media barre (l'intera area in A)	$\sigma_{sm} =$	139,10	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	$x =$	14,08	cm
Altezza utile	$d =$	73,70	cm
Deformazione lembo inferiore	$\varepsilon_1 =$	7,32E-04	
Deformazione lembo superiore	$\varepsilon_2 =$	0,00	

#### Distanza media fra due fessure attigue

Coefficiente $k_2$	$k_2 =$	0,50	
Coefficiente $k_3$	$k_3 =$	3,400	
Larghezza efficace	$b_{eff} =$	250,0	cm
Altezza efficace	$h_{c,eff} =$	15,8	cm
Area efficace	$A_{ceff} =$	3937,5	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in $A_{ceff}$	$A_s =$	31,86	cm <sup>2</sup>

Società di Progetto  
Brebemi SpA



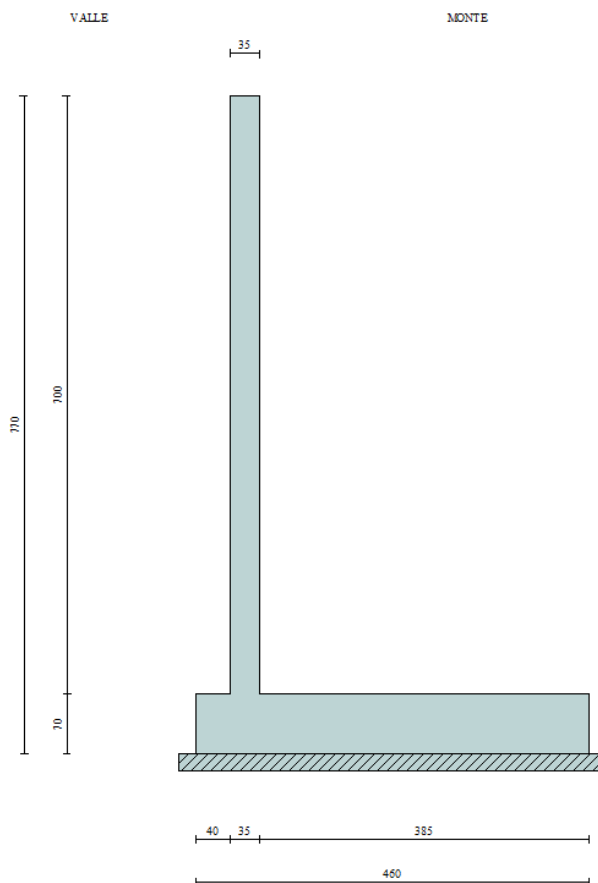
Distanza massima fra due fessure	$\Delta_{smax} =$	71,63	cm
Coefficiente $k_t$	$k_t =$	0,4	
Coefficiente $k_1$	$k_1 =$	0,8	
Coefficiente $k_4$	$k_4 =$	0,425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	$e_{sm} =$	3,97E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	$w_k =$	<b>0,285</b>	<b>mm</b>

Poiché l'ampiezza delle fessure è inferiore a 0,3 mm la verifica risulta soddisfatta sia per la combinazione frequente che quasi permanente.

APPROVATO SDP

## 7. MURO DI SOSTEGNO CON H = 7.0 M

### 7.1 Geometria del muro



Le principali caratteristiche geometriche adottate nelle successive calcolazioni risultano:

H elevazione = 700 cm

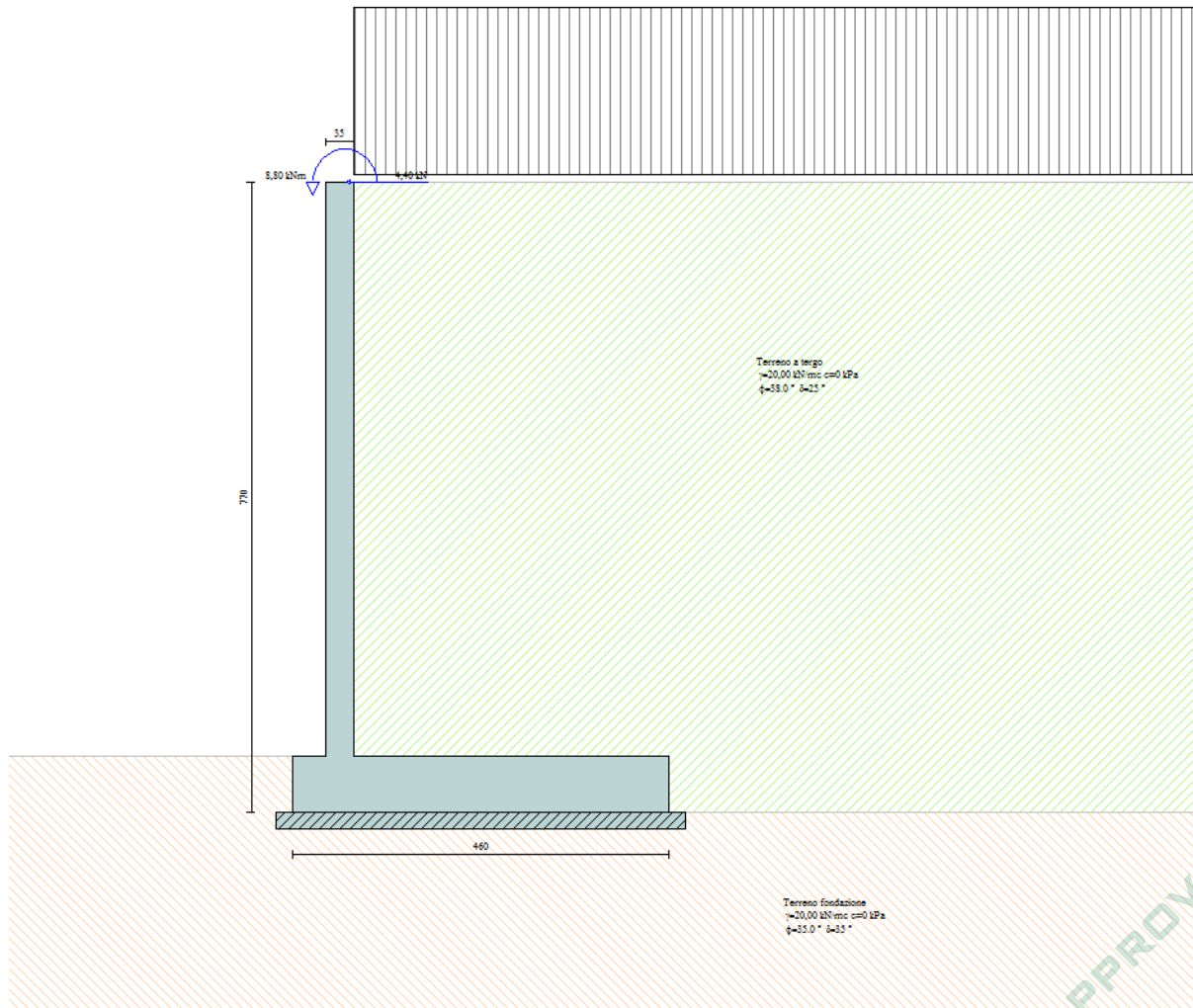
L<sub>tot</sub> fondazione = 460 cm

Sp fondazione = 70 cm

L fondazione di monte = 40 cm

APPROVATO SDP

Di seguito la figura del modello di calcolo realizzato:





## 7.2 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche del muro vengono riassunte nello schema seguente. Esse risultano tutte soddisfatte in quanto i coefficienti di sicurezza calcolati risultano maggiori di quelli limite imposti dalla normativa. I dettagli del calcolo delle azioni in baricentro fondazione per le varie combinazioni di carico sono riportati in allegato.

*Simbologia adottata*

*C* Identificativo della combinazione

*Tipo* Tipo combinazione

*Sisma* Combinazione sismica

$CS_{SCO}$  Coeff. di sicurezza allo scorrimento

$CS_{RIB}$  Coeff. di sicurezza al ribaltamento

$CS_{QLIM}$  Coeff. di sicurezza a carico limite

$CS_{STAB}$  Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b><math>CS_{SCO}</math></b>	<b><math>CS_{RIB}</math></b>	<b><math>CS_{QLIM}</math></b>	<b><math>CS_{STAB}</math></b>
1	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	2,79	--	3,64	--
2	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	2,75	--	3,76	--
3	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,81	--	1,14	--
4	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,79	--	1,17	--
5	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,71	--	--
6	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,60	--	--
7	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,41
8	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,40
9	A1-M1 - [2]	--	3,87	--	4,29	--
10	A1-M1 - [2]	--	3,73	--	4,39	--
11	A1-M1 - [2]	--	3,30	--	4,29	--
12	A1-M1 - [2]	--	3,15	--	4,37	--
13	A2-M2 - [2]	--	2,34	--	1,74	--
14	EQU - [2]	--	--	3,32	--	--
15	STAB - [2]	--	--	--	--	1,51
16	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	3,06	--	4,97	--
17	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	3,11	--	4,79	--
18	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1,99	--	1,63	--
19	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2,02	--	1,57	--
20	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,11	--	--
21	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,27	--	--
22	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,49
23	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,49
24	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	3,05	--	4,56	--
25	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	3,00	--	4,74	--
26	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,95	--	1,54	--
27	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1,98	--	1,48	--
28	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,02	--	--
29	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,17	--	--
30	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,48
31	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,47

APPROVATO SGP

32	A1-M1 - [5]	--	4,40	--	5,47	--
33	A1-M1 - [5]	--	4,21	--	5,64	--
34	A1-M1 - [5]	--	3,66	--	5,59	--
35	A1-M1 - [5]	--	3,46	--	5,75	--
36	A2-M2 - [5]	--	2,69	--	2,39	--
37	EQU - [5]	--	--	4,12	--	--
38	STAB - [5]	--	--	--	--	1,63
39	SLEQ - [1]	--	4,29	--	6,79	--
40	SLEF - [1]	--	4,14	--	6,37	--
41	SLEF - [1]	--	4,14	--	6,48	--
42	SLER - [1]	--	3,82	--	5,50	--
43	SLER - [1]	--	3,92	--	5,83	--

APPROVATO SDP

### 7.3 Sollecitazioni sugli elementi strutturali

In tabella si riassumono le sollecitazioni significative agenti sulla fondazione all'attacco con l'elevazione del muro.

COMBINAZIONE	FONDAZIONE		
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	$T_{MAX}$ (kN/m)	N (kN/m)
SLU	468	179	0
RARA	148	-	0
FREQUENTE	106	-	0
QUASI PERMANENTE	66	-	0

Per l'equilibrio del nodo di attacco tra elevazione e fondazione, le sollecitazioni flessionali massime agenti sull'elevazione sono quelle riportate nella tabella stessa.

Quindi l'elemento prefabbricato in elevazione dovrà presentare caratteristiche meccaniche di resistenza tali da garantire almeno il momento resistente su riportato.

Si riportano inoltre le sollecitazioni per la sezione di minore armatura, posta alla distanza di 1,95 m dallo spigolo di monte della fondazione.

COMBINAZIONE	FONDAZIONE	
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	N (kN/m)
SLU	155	0
RARA	62,3	0
FREQUENTE	45,3	0
QUASI PERMANENTE	29,1	0

APPROVATO SDP

## 7.4 Verifiche strutturali sezione di attacco con l'elevazione

Si effettuano le verifiche per 2,50 m di sviluppo di fondazione.  
Le caratteristiche della sezione di fondazione resistente sono:

$$b = 250 \text{ cm}$$

$$h = 70 \text{ cm}$$

$$A_{\text{tesa\_superiore}} = 12 \Phi 24$$

$$A_{\text{comp\_inferiore}} = 12 \Phi 18$$

### 7.4.1 Verifica a flessione SLU

$$M_{S,d} = 467,6 \times 2,50 \text{ m} = 1170 \text{ kNm}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	250	70

N°	As [cm²]	d [cm]
1	30,54	6
2	54,29	63,7

Tipologia sezione:  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Diagramma sezione:

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

Tipologia rottura:  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo:  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipologia flessione:  
 Retta  Deviata

Materiali:  
 B450C C28/35  
 ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>   
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>   
 τ<sub>cl</sub>

M<sub>xRd</sub>  kNm  
 σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>c</sub>  ‰  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello  
 Precompresso

Essendo  $M_{R,d} = 1294 \text{ kNm} > M_{S,d} = 1170 \text{ kNm/m}$  la verifica risulta soddisfatta.

### 7.4.2 Verifica a taglio SLU

$$T_{S,d} = 179 \text{ kN/m}$$

$$M_{S,d} = 468 \text{ kNm/m}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

$V_{sdu}$	179	kN
$M_{sdu}$	468	kNm
$N_{sdu}$	0	kN
$R_{ck}$	35	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	28	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c$	1,5	
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$b_w$	100	cm
$d$	65,00	cm
$A_{sl}$	21,71	cm <sup>2</sup>
$c$	5,00	cm
$\alpha$	90	gradi
$\alpha$	1,57	rad
$\theta$	21,80	gradi
$\text{ctg}\theta$	2,50	
$\theta_{\text{imposto}}$	-	gradi
$A_{sw}$	0	cm <sup>2</sup>
passo staffe	40	cm
$f_{cd}$	15,867	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctd_{0,05}}$	1,240	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391,304	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{ep}$	0,0000	N/mm <sup>2</sup>
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
$V_{Rd}$	273,219	kN

APPROVATO SDP

La verifica risulta soddisfatta senza armatura a taglio.

### 7.4.3 Verifica alle tensioni di esercizio SLE

Le verifiche a flessione vengono eseguite controllando che i valori delle tensioni ottenuti nell'acciaio e nel calcestruzzo calcolati per le combinazioni di carico SLE (rara), SLE (quasi permanente) rientrino all'interno dei valori limite relativi ai materiali utilizzati.

Combinazione SLE – rara

$$M_{SLE,RARA} = 148 \times 2,50 \text{ m} = 370 \text{ kNm}$$

Titolo :			Tipo Sezione		
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom			N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom		
N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	250	70	1	30,54	6
			2	54,29	63,7

Sollecitazioni		P.to applicazione N	
S.L.U.	Metodo n	<input checked="" type="radio"/> Centro	<input type="radio"/> Baricentro cls
N <sub>Ed</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN	<input type="radio"/> Coord.[cm]	xN <input type="text" value="0"/>
M <sub>xEd</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="370"/> kNm		yN <input type="text" value="0"/>
M <sub>yEd</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		

Materiali			
<b>B450C</b>	<b>C28/35</b>	$\sigma_c$	<input type="text" value="-2,714"/> N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{su}$ <input type="text" value="67,5"/> ‰	$\epsilon_{c2}$ <input type="text" value="2"/> ‰	$\sigma_s$	<input type="text" value="117,2"/> N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$ <input type="text" value="391,3"/> N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$ <input type="text" value="3,5"/>	$\epsilon_s$	<input type="text" value="0,5859"/> ‰
$E_s$ <input type="text" value="200.000"/> N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ <input type="text" value="15,87"/>	d	<input type="text" value="63,7"/> cm
$E_s/E_c$ <input type="text" value="15"/>	$f_{cc}/f_{cd}$ <input type="text" value="0,8"/>	x	<input type="text" value="16,43"/>
$\epsilon_{syd}$ <input type="text" value="1,957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="11"/>	x/d	<input type="text" value="0,2578"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ <input type="text" value="0,6667"/>	$\delta$	<input type="text" value="0,7623"/>
	$\tau_{c1}$ <input type="text" value="1,971"/>		

Metodo di calcolo	
<input type="radio"/> S.L.U.+	<input type="radio"/> S.L.U.-
<input checked="" type="radio"/> Metodo n	

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

Poiché i valori di  $\sigma_c$  e  $\sigma_s$  con la combinazione più gravosa (rara) rispettano anche i limiti tensionali prescritti per la combinazione meno gravosa (quasi – permanente) e quindi più restrittivi, le verifiche per entrambe le condizioni sono soddisfatte.

### 7.4.4 Verifica a fessurazione SLE

Il tasso di lavoro delle barre tese nella combinazione rara rispetta anche i limiti tensionali per il controllo della fessurazione contenuti nella tabella C4.1.II delle istruzioni di NTC 2008.

Di conseguenza la verifica a fessurazione risulta soddisfatta sia per la combinazione frequente che quasi permanente.

## 7.5 Verifiche strutturali sezione di minor armatura

Si effettuano le verifiche per 2,50 m di sviluppo di fondazione.

Le caratteristiche della sezione di fondazione resistente sono:

$$b = 250 \text{ cm}$$

$$h = 70 \text{ cm}$$

$$A_{\text{tesa\_superiore}} = 6 \Phi 24$$

$$A_{\text{comp\_inferiore}} = 12 \Phi 18$$

### 7.5.1 Verifica a flessione SLU

$$M_{S,d} = 155 \times 2,50 \text{ m} = 388 \text{ kNm}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

Titolo :		N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom		N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom		Tipo Sezione <input checked="" type="radio"/> Rettan.re <input type="radio"/> Trapezi <input type="radio"/> a T <input type="radio"/> Circolare <input type="radio"/> Rettangoli <input type="radio"/> Coord.	
N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]		
1	250	70	1	30,54	6		
			2	27,14	63,7		
Sollecitazioni		S.L.U.		Metodo n		P.to applicazione N <input checked="" type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Baricentro cls <input type="radio"/> Coord.[cm]   xN <input type="text" value="0"/> yN <input type="text" value="0"/>	
N <sub>Ed</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kN	Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato		Metodo di calcolo <input checked="" type="radio"/> S.L.U.+ <input type="radio"/> S.L.U.- <input checked="" type="radio"/> Metodo n	
M <sub>xEd</sub>	<input type="text" value="380"/>	<input type="text" value="0"/>	kNm	M <sub>xRd</sub> <input type="text" value="674,8"/> kNm		Tipo flessione <input checked="" type="radio"/> Retta <input type="radio"/> Deviata	
M <sub>yEd</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		σ <sub>c</sub> <input type="text" value="-15,07"/> N/mm <sup>2</sup>		N° rett. <input type="text" value="100"/>	
<b>Materiali</b> <input type="text" value="B450C"/> <input type="text" value="C28/35"/>				σ <sub>s</sub> <input type="text" value="391,3"/> N/mm <sup>2</sup>		Calcola MRd   Dominio M-N	
ε <sub>su</sub>	<input type="text" value="67,5"/> ‰	ε <sub>c2</sub>	<input type="text" value="2"/> ‰	ε <sub>c</sub> <input type="text" value="3,5"/> ‰		L <sub>0</sub> <input type="text" value="0"/> cm   Col. modello	
f <sub>yd</sub>	<input type="text" value="391,3"/> N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub>	<input type="text" value="3,5"/> ‰	ε <sub>s</sub> <input type="text" value="42,41"/> ‰		<input type="checkbox"/> Precompresso	
E <sub>s</sub>	<input type="text" value="200.000"/> N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub>	<input type="text" value="15,87"/> ‰	d <input type="text" value="63,7"/> cm			
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	<input type="text" value="15"/>	f <sub>cc</sub> / f <sub>cd</sub>	<input type="text" value="0,8"/> [?]	x <input type="text" value="4,856"/> x/d <input type="text" value="0,07624"/>			
ε <sub>syd</sub>	<input type="text" value="1,957"/> ‰	σ <sub>c,adm</sub>	<input type="text" value="11"/>	δ <input type="text" value="0,7"/>			
σ <sub>s,adm</sub>	<input type="text" value="255"/> N/mm <sup>2</sup>	τ <sub>cd</sub>	<input type="text" value="0,6667"/>				
		τ <sub>c1</sub>	<input type="text" value="1,971"/>				

Essendo  $M_{R,d} = 674,8 \text{ kNm} > M_{S,d} = 380 \text{ kNm}$  la verifica risulta soddisfatta.

## 7.5.2 Verifica alle tensioni di esercizio SLE

Le verifiche a flessione vengono eseguite controllando che i valori delle tensioni ottenuti nell'acciaio e nel calcestruzzo calcolati per le combinazioni di carico SLE (rara), SLE (quasi permanente) rientrino all'interno dei valori limite relativi ai materiali utilizzati.

Combinazione SLE – rara

$$M_{SLE,RARA} = 62,3 \times 2,50 \text{ m} = 156 \text{ kNm}$$

Titolo :			Tipo Sezione		
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom			N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom		
N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	250	70	1	30,54	6
			2	27,14	63,7

Sollecitazioni		P.to applicazione N	
S.L.U.	Metodo n	<input checked="" type="radio"/> Centro	<input type="radio"/> Baricentro cls
N <sub>Ed</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN	<input type="radio"/> Coord.[cm]	xN <input type="text" value="0"/>
M <sub>xEd</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="156"/> kNm		yN <input type="text" value="0"/>
M <sub>yEd</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		

Materiali			
<b>B450C</b>	<b>C28/35</b>		
$\epsilon_{su}$ <input type="text" value="67,5"/> ‰	$\epsilon_{c2}$ <input type="text" value="2"/> ‰	$\sigma_c$ <input type="text" value="-1,509"/> N/mm <sup>2</sup>	
$f_{yd}$ <input type="text" value="391,3"/> N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$ <input type="text" value="3,5"/>	$\sigma_s$ <input type="text" value="96,75"/> N/mm <sup>2</sup>	
$E_s$ <input type="text" value="200.000"/> N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ <input type="text" value="15,87"/>	$\epsilon_s$ <input type="text" value="0,4837"/> ‰	
$E_s/E_c$ <input type="text" value="15"/>	$f_{cc}/f_{cd}$ <input type="text" value="0,8"/> ?	d <input type="text" value="63,7"/> cm	
$\epsilon_{syd}$ <input type="text" value="1,957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="11"/>	x <input type="text" value="12,08"/> x/d <input type="text" value="0,1896"/>	
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ <input type="text" value="0,6667"/>	$\delta$ <input type="text" value="0,7"/>	
	$\tau_{cl}$ <input type="text" value="1,971"/>		

Metodo di calcolo	
<input type="radio"/> S.L.U.+	<input type="radio"/> S.L.U.-
<input checked="" type="radio"/> Metodo n	


Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

Poiché i valori di  $\sigma_c$  e  $\sigma_s$  con la combinazione più gravosa (rara) rispettano anche i limiti tensionali prescritti per la combinazione meno gravosa (quasi – permanente) e quindi più restrittivi, le verifiche per entrambe le condizioni sono soddisfatte.



	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI100002000000200	REV. A00	FOGLIO 56 di 334
---	----------------------------	---	-------------	---------------------

### 7.5.3 *Verifica a fessurazione SLE*

Il tasso di lavoro delle barre tese nella combinazione rara rispetta anche i limiti tensionali per il controllo della fessurazione contenuti nella tabella C4.1.II delle istruzioni di NTC 2008.

Di conseguenza la verifica a fessurazione risulta soddisfatta sia per la combinazione frequente che quasi permanente.

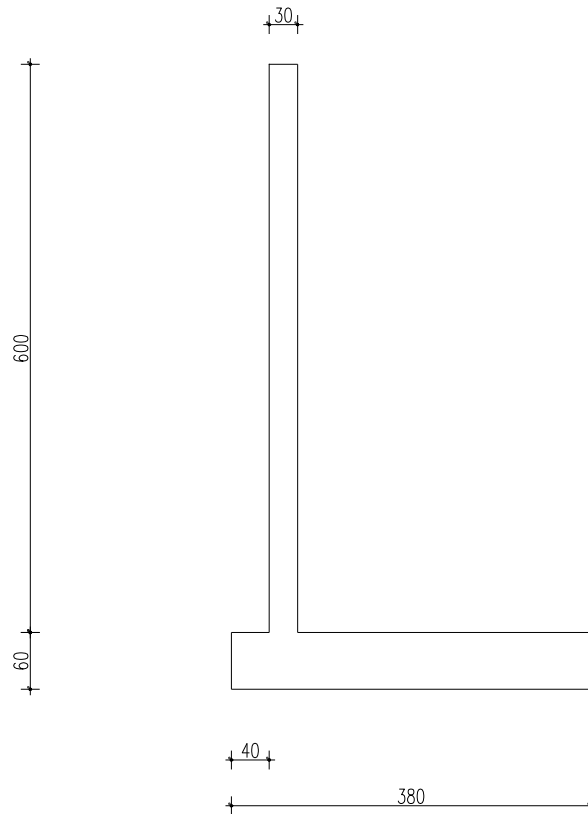
APPROVATO SDP

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



## 8. MURO DI SOSTEGNO CON H = 6.0 M

### 8.1 Geometria del muro



Le principali caratteristiche geometriche adottate nelle successive calcolazioni risultano:

H elevazione = 600 cm

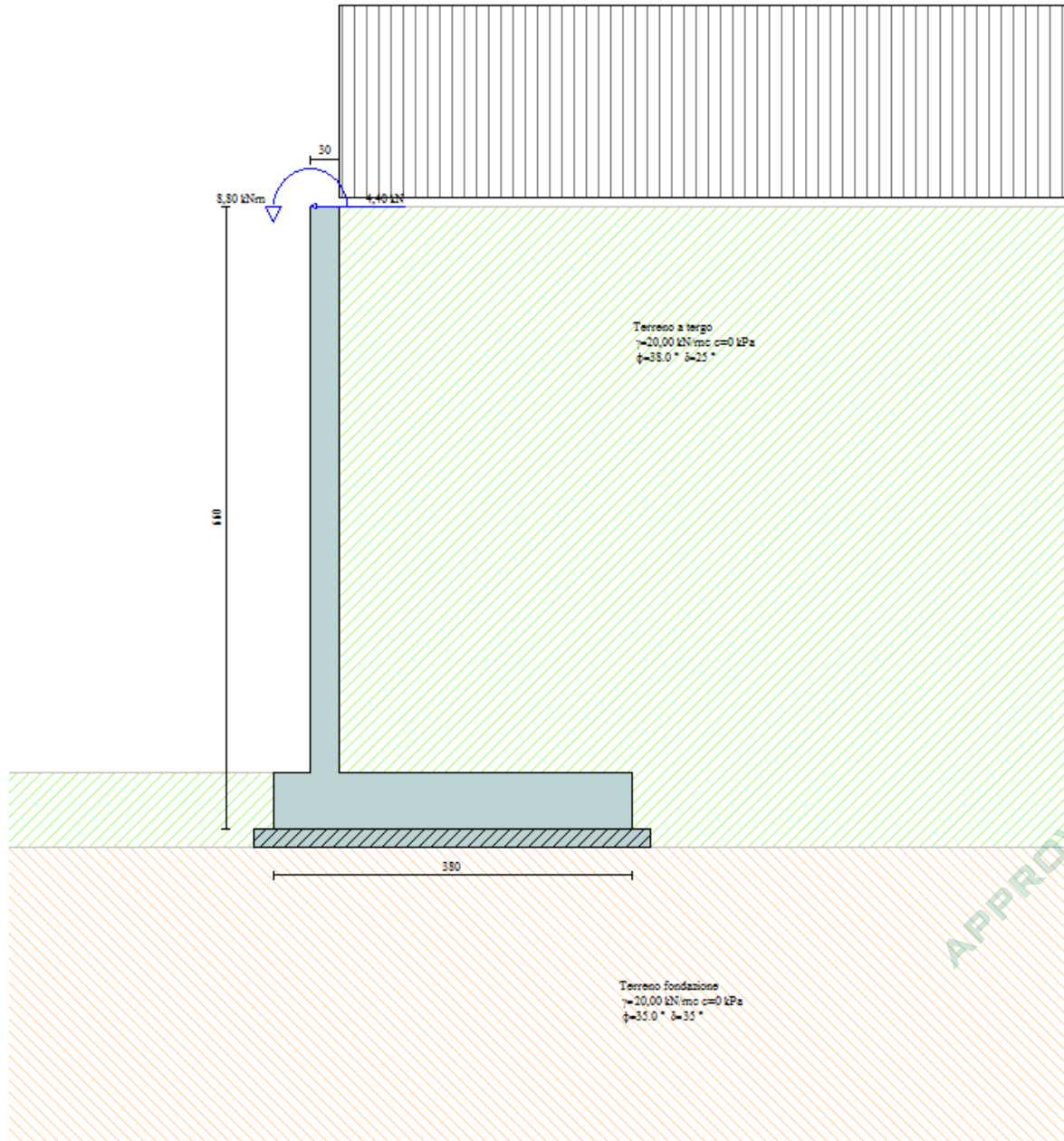
L<sub>tot</sub> fondazione = 380 cm

Sp fondazione = 60 cm

L fondazione di monte = 40 cm

APPROVATO SDP

Di seguito la figura del modello di calcolo realizzato:



APPROVATO SDP

## 8.2 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche del muro vengono riassunte nello schema seguente. Esse risultano tutte soddisfatte in quanto i coefficienti di sicurezza calcolati risultano maggiori di quelli limite imposti dalla normativa. I dettagli del calcolo delle azioni in baricentro fondazione per le varie combinazioni di carico sono riportati in allegato.

*Simbologia adottata*

*C* Identificativo della combinazione

*Tipo* Tipo combinazione

*Sisma* Combinazione sismica

$CS_{SCO}$  Coeff. di sicurezza allo scorrimento

$CS_{RIB}$  Coeff. di sicurezza al ribaltamento

$CS_{QLIM}$  Coeff. di sicurezza a carico limite

$CS_{STAB}$  Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b><math>CS_{SCO}</math></b>	<b><math>CS_{RIB}</math></b>	<b><math>CS_{QLIM}</math></b>	<b><math>CS_{STAB}</math></b>
1	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,75	--	5,17	--
2	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,73	--	5,34	--
3	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,14	--	1,46	--
4	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,12	--	1,50	--
5	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,46	--	--
6	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,37	--	--
7	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,38
8	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,38
9	A1-M1 - [2]	--	2,41	--	6,30	--
10	A1-M1 - [2]	--	2,32	--	6,44	--
11	A1-M1 - [2]	--	2,07	--	6,21	--
12	A1-M1 - [2]	--	1,97	--	6,30	--
13	A2-M2 - [2]	--	1,46	--	2,31	--
14	EQU - [2]	--	--	3,01	--	--
15	STAB - [2]	--	--	--	--	1,48
16	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1,96	--	7,56	--
17	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1,99	--	7,28	--
18	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1,28	--	2,27	--
19	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1,29	--	2,18	--
20	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,95	--	--
21	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,09	--	--
22	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,48
23	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,47
24	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1,95	--	6,87	--
25	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,92	--	7,13	--
26	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,25	--	2,11	--
27	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1,26	--	2,03	--
28	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,85	--	--
29	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,97	--	--
30	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,46

31	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,45
32	A1-M1 - [5]	--	2,79	--	8,41	--
33	A1-M1 - [5]	--	2,66	--	8,67	--
34	A1-M1 - [5]	--	2,32	--	8,50	--
35	A1-M1 - [5]	--	2,20	--	8,73	--
36	A2-M2 - [5]	--	1,71	--	3,38	--
37	EQU - [5]	--	--	3,85	--	--
38	STAB - [5]	--	--	--	--	1,61
39	SLEQ - [1]	--	2,71	--	10,35	--
40	SLEF - [1]	--	2,60	--	9,58	--
41	SLEF - [1]	--	2,58	--	9,64	--
42	SLER - [1]	--	2,36	--	7,95	--
43	SLER - [1]	--	2,43	--	8,52	--

### 8.3 Sollecitazioni sugli elementi strutturali

In tabella si riassumono le sollecitazioni significative agenti sulla fondazione all'attacco con l'elevazione del muro.

COMBINAZIONE	FONDAZIONE		
	M <sub>MAX</sub> (kNm/m)	T <sub>MAX</sub> (kN/m)	N (kN/m)
SLU	286	137	0
RARA	113	-	0
FREQUENTE	81	-	0
QUASI PERMANENTE	46	-	0

Per l'equilibrio del nodo di attacco tra elevazione e fondazione, le sollecitazioni flessionali massime agenti sull'elevazione sono quelle riportate nella tabella stessa.

Quindi l'elemento prefabbricato in elevazione dovrà presentare caratteristiche meccaniche di resistenza tali da garantire almeno il momento resistente su riportato.

Si riportano inoltre le sollecitazioni per la sezione di minore armatura, posta alla distanza di 1,85 m dallo spigolo di monte della fondazione.

COMBINAZIONE	FONDAZIONE	
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	N (kN/m)
SLU	127	0
RARA	59,3	0
FREQUENTE	42,7	0
QUASI PERMANENTE	24,4	0

APPROVATO SDP

## 8.4 Verifiche strutturali

Si effettuano le verifiche per 2,50 m di sviluppo di fondazione.

Le caratteristiche della sezione di fondazione resistente sono:

$$b = 250 \text{ cm}$$

$$h = 60 \text{ cm}$$

$$A_{\text{tesa\_superiore}} = 12 \Phi 20$$

$$A_{\text{comp\_inferiore}} = 12 \Phi 16$$

### 8.4.1 Verifica a flessione SLU

$$M_{S,d} = 286 \times 2,50 \text{ m} = 715 \text{ kNm}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

Titolo :			Tipo Sezione		
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom			N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom		
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="250"/>	<input type="text" value="60"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="24,13"/>	<input type="text" value="6"/>
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="37,70"/>	<input type="text" value="54"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="37,70"/>	<input type="text" value="54"/>
Sollecitazioni			P.to applicazione N		
S.L.U. <input type="text"/> Metodo n			<input checked="" type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Baricentro cls <input type="radio"/> Coord.[cm] xN <input type="text" value="0"/> yN <input type="text" value="0"/>		
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	Tipo rottura		
<input type="text" value="715"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	Lato calcestruzzo - Acciaio snervato		
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	Metodo di calcolo		
Materiali			<input checked="" type="radio"/> S.L.U.+ <input type="radio"/> S.L.U.- <input checked="" type="radio"/> Metodo n		
<input type="text" value="B450C"/>	<input type="text" value="C28/35"/>	<input type="text" value="772,6"/>	Tipo flessione		
<input type="text" value="67,5"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="15,87"/>	<input checked="" type="radio"/> Retta <input type="radio"/> Deviata		
<input type="text" value="391,3"/>	<input type="text" value="3,5"/>	<input type="text" value="391,3"/>	N° rett. <input type="text" value="100"/>		
<input type="text" value="200.000"/>	<input type="text" value="15,87"/>	<input type="text" value="3,5"/>	Calcola MRd		
<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="0,8"/>	<input type="text" value="32,23"/>	Dominio M-N		
<input type="text" value="1,957"/>	<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="54"/>	L <sub>0</sub> <input type="text" value="0"/> cm		
<input type="text" value="255"/>	<input type="text" value="0,6667"/>	<input type="text" value="5,289"/>	Col. modello		
<input type="text" value="1,971"/>	<input type="text" value="0,09794"/>	<input type="text" value="0,7"/>	<input type="checkbox"/> Precompresso		

Essendo  $M_{R,d} = 772,6 \text{ kNm} > M_{S,d} = 715 \text{ kNm}$  la verifica risulta soddisfatta.

### 8.4.2 Verifica a taglio SLU

$$T_{S,d} = 137 \text{ kN/m}$$

$$M_{S,d} = 286 \text{ kNm/m}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

$V_{sdu}$	137	kN
$M_{sdu}$	286	kNm
$N_{sdu}$	0	kN
$R_{ck}$	35	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	28	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c$	1,5	
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
bw	100	cm
d	55,00	cm
Asl	15,08	cm <sup>2</sup>
c	5,00	cm
$\alpha$	90	gradi
$\alpha$	1,57	rad
$\theta$	21,80	gradi
ctg $\theta$	2,50	
$\theta_{\text{imposto}}$	-	gradi
Asw	0	cm <sup>2</sup>
passo staffe	40	cm
$f_{cd}$	15,867	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctd_{0,05}}$	1,240	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391,304	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{cp}$	0,0000	N/mm <sup>2</sup>
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
$V_{Rd}$	208,713	kN

La verifica risulta soddisfatta senza armatura a taglio.

APPROVATO SDP



### 8.4.3 Verifica alle tensioni di esercizio SLE

Le verifiche a flessione vengono eseguite controllando che i valori delle tensioni ottenuti nell'acciaio e nel calcestruzzo calcolati per le combinazioni di carico SLE (rara), SLE (quasi permanente) rientrino all'interno dei valori limite relativi ai materiali utilizzati.

Combinazione SLE – rara

$$M_{SLE,RARA} = 113 \times 2,50 \text{ m} = 282,5 \text{ kNm}$$

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	250	60	1	24,13	6
			2	37,70	54

Materiali	B450C	C28/35
$\epsilon_{su}$	67,5 ‰	$\epsilon_{c2}$ 2 ‰
$f_{yd}$	391,3 N/mm²	$\epsilon_{cu}$ 3,5 ‰
$E_s$	200.000 N/mm²	$f_{cd}$ 15,87
$E_s/E_c$	15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0,8 ?
$\epsilon_{syd}$	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 11
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	$\tau_{cd}$ 0,6667
		$\tau_{c1}$ 1,971

$\sigma_c$	-3,167 N/mm²	
$\sigma_s$	151,6 N/mm²	
$\epsilon_s$	0,7579 ‰	
d	54 cm	
x	12,89	x/d 0,2386
		$\delta$ 0,7383

Rettan.re    Trapezi  
 a T    Circolare  
 Rettangoli    Coord.

Centro    Baricentro cls  
 Coord.[cm]   xN 0   yN 0

S.L.U.+    S.L.U.-  
 Metodo n

**Verifica**   N° iterazioni: 5

Precompresso

Poiché i valori di  $\sigma_c$  e  $\sigma_s$  con la combinazione più gravosa (rara) rispettano anche i limiti tensionali prescritti per la combinazione meno gravosa (quasi – permanente) e quindi più restrittivi, le verifiche per entrambe le condizioni sono soddisfatte.

### 8.4.4 Verifica a fessurazione SLE

Il tasso di lavoro dell'acciaio nella combinazione rara risulta inferiore a 200 MPa, di conseguenza lo è anche nelle condizioni frequente e quasi permanente con cui si deve effettuare la verifica a fessurazione. Di

conseguenza la verifica a fessurazione risulta soddisfatta per quanto contenuto nella tabella C.4.1.II delle Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche delle Costruzioni del D.M. 14 gennaio 2008.

## 8.5 Verifiche strutturali sezione di minor armatura

Si effettuano le verifiche per 2,50 m di sviluppo di fondazione.  
Le caratteristiche della sezione di fondazione resistente sono:

$$b = 250 \text{ cm}$$

$$h = 60 \text{ cm}$$

$$A_{\text{tesa\_superiore}} = 6 \Phi 20$$

$$A_{\text{comp\_inferiore}} = 12 \Phi 16$$

### 8.5.1 Verifica a flessione SLU

$$M_{S,d} = 127 \times 2,50 \text{ m} = 318 \text{ kNm}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari        N° strati barre

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	250	60	1	24,13	6
			2	18,85	54

**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**

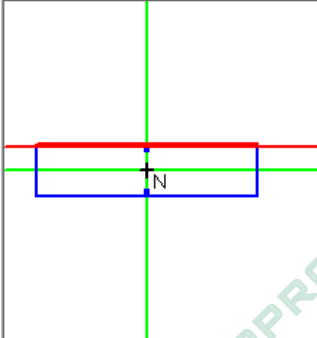
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Tipo Sezione**

Rettan.re     Trapezi

a T     Circolare

Rettangoli     Coord.



**Materiali**

**B450C**

ε<sub>su</sub>  %

f<sub>yd</sub>  N/mm²

E<sub>s</sub>  N/mm²

E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>

ε<sub>syd</sub>  %

σ<sub>s,adm</sub>  N/mm²

**C28/35**

ε<sub>c2</sub>  ‰

ε<sub>cu</sub>  ‰

f<sub>cd</sub>

f<sub>cc</sub> / f<sub>cd</sub>  ?

σ<sub>c,adm</sub>

τ<sub>co</sub>

τ<sub>c1</sub>

M<sub>xRd</sub>  kN m

σ<sub>c</sub>  N/mm²

σ<sub>s</sub>  N/mm²

ε<sub>c</sub>  ‰

ε<sub>s</sub>  ‰

d  cm

x     x/d     δ

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+     S.L.U.-

Metodo n

**Tipo flessione**

Retta     Deviata

N° rett.

L<sub>0</sub>  cm   

Precompresso

Essendo  $M_{R,d} = 318 \text{ kNm} > M_{S,d} = 412,4 \text{ kNm}$  la verifica risulta soddisfatta.

### 8.5.2 Verifica alle tensioni di esercizio SLE


Le verifiche a flessione vengono eseguite controllando che i valori delle tensioni ottenuti nell'acciaio e nel calcestruzzo calcolati per le combinazioni di carico SLE (rara), SLE (quasi permanente) rientrino all'interno dei valori limite relativi ai materiali utilizzati.

Combinazione SLE – rara

$$M_{SLE,RARA} = 59,3 \times 2,50 \text{ m} = 148,3 \text{ kNm}$$

Titolo :			Tipo Sezione		
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom			N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom		
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="250"/>	<input type="text" value="60"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="24,13"/>	<input type="text" value="6"/>
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="18,85"/>	<input type="text" value="54"/>			
Sollecitazioni			P.to applicazione N		
S.L.U. <input type="text"/> Metodo n <input type="text"/>			<input checked="" type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Baricentro cls <input type="radio"/> Coord.[cm]		
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	xN <input type="text" value="0"/>		
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="149"/>	<input type="text" value="0"/>	yN <input type="text" value="0"/>		
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>			
Materiali			Metodo di calcolo		
B450C      C28/35 $\epsilon_{su}$ <input type="text" value="67,5"/> ‰ $\epsilon_{c2}$ <input type="text" value="2"/> ‰ $f_{yd}$ <input type="text" value="391,3"/> N/mm <sup>2</sup> $\epsilon_{cu}$ <input type="text" value="3,5"/> ‰ $E_s$ <input type="text" value="200.000"/> N/mm <sup>2</sup> $f_{cd}$ <input type="text" value="15,87"/> ‰ $E_s/E_c$ <input type="text" value="15"/> $f_{cc}/f_{cd}$ <input type="text" value="0,8"/> ? $\epsilon_{syd}$ <input type="text" value="1,957"/> ‰ $\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="11"/> ‰ $\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm <sup>2</sup> $\tau_{co}$ <input type="text" value="0,6667"/> ‰ $\tau_{c1}$ <input type="text" value="1,971"/> ‰			<input checked="" type="radio"/> S.L.U.+ <input type="radio"/> S.L.U.- <input checked="" type="radio"/> Metodo n		
			Verifica		
			N° iterazioni: <input type="text" value="5"/>		
			<input type="checkbox"/> Precompresso		
			$\sigma_c$ <input type="text" value="-2,229"/> N/mm <sup>2</sup> $\sigma_s$ <input type="text" value="156,4"/> N/mm <sup>2</sup> $\epsilon_s$ <input type="text" value="0,7819"/> ‰ d <input type="text" value="54"/> cm x <input type="text" value="9,511"/> x/d <input type="text" value="0,1761"/> $\delta$ <input type="text" value="0,7"/>		

Poiché i valori di  $\sigma_c$  e  $\sigma_s$  con la combinazione più gravosa (rara) rispettano anche i limiti tensionali prescritti per la combinazione meno gravosa (quasi – permanente) e quindi più restrittivi, le verifiche per entrambe le condizioni sono soddisfatte.

	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI100002000000200	REV. A00	FOGLIO 67 di 334
---	----------------------------	---	-------------	---------------------

### ***8.5.3 Verifica a fessurazione SLE***

Il tasso di lavoro delle barre tese nella combinazione rara rispetta anche i limiti tensionali per il controllo della fessurazione contenuti nella tabella C4.1.II delle istruzioni di NTC 2008.

Di conseguenza la verifica a fessurazione risulta soddisfatta sia per la combinazione frequente che quasi permanente.

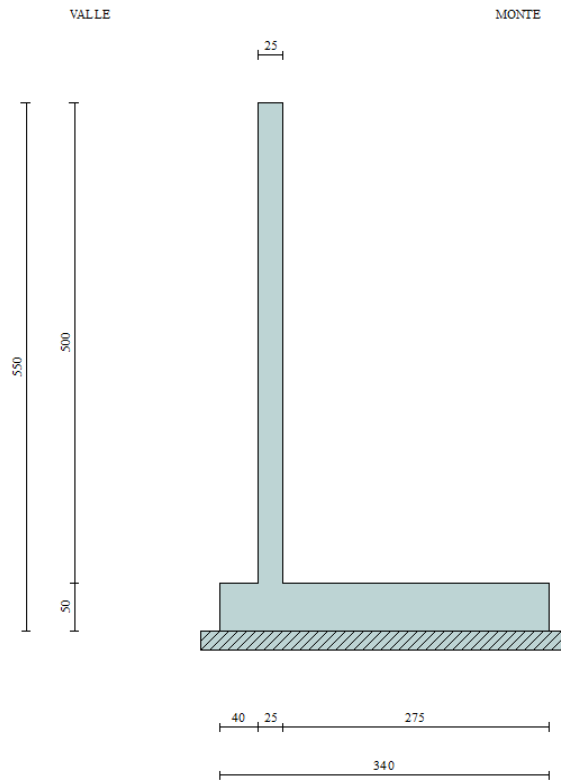
APPROVATO SDP

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



## 9. MURO DI SOSTEGNO CON H = 5.0 M

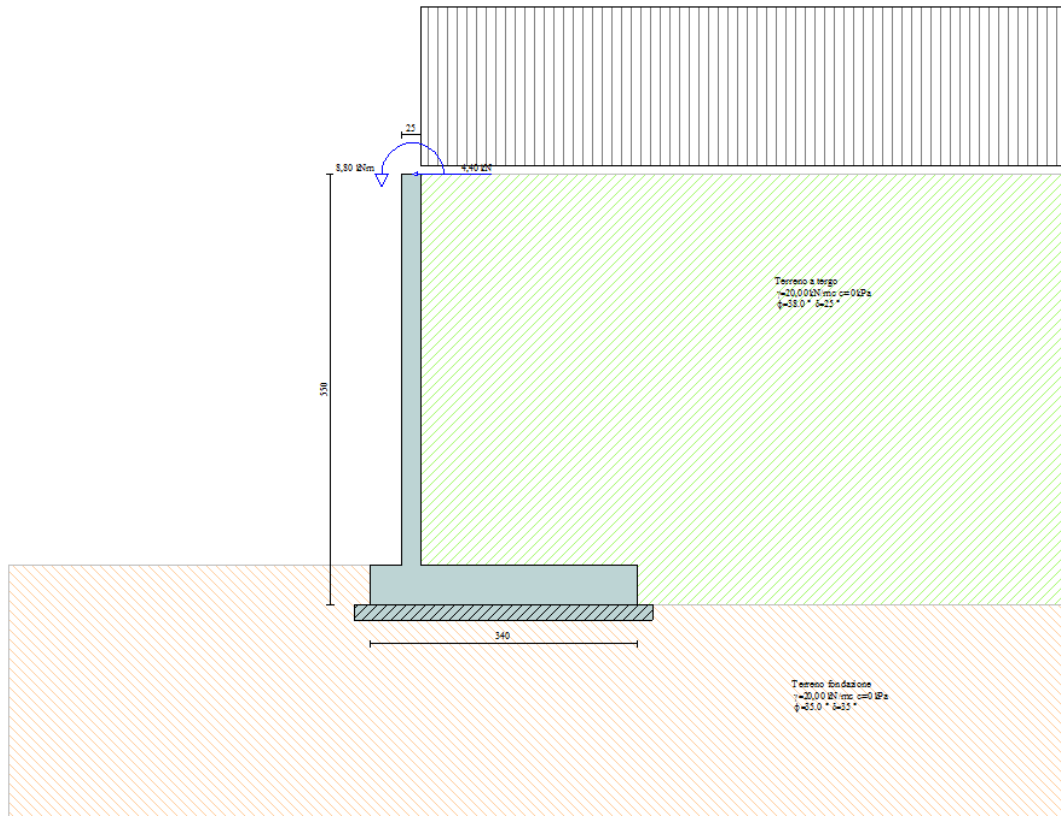
### 9.1 Geometria del muro



Le principali caratteristiche geometriche adottate nelle successive calcolazioni risultano:  
H elevazione = 500 cm  
L<sub>tot</sub> fondazione = 340 cm  
Sp fondazione = 50 cm  
L fondazione di monte = 40 cm

APPROVATO SDP

Di seguito la figura del modello di calcolo realizzato:



## 9.2 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche del muro vengono riassunte nello schema seguente. Esse risultano tutte soddisfatte in quanto i coefficienti di sicurezza calcolati risultano maggiori di quelli limite imposti dalla normativa. I dettagli del calcolo delle azioni in baricentro fondazione per le varie combinazioni di carico sono riportati in allegato.

*Simbologia adottata*

*C* Identificativo della combinazione

*Tipo* Tipo combinazione

*Sisma* Combinazione sismica

$CS_{SCO}$  Coeff. di sicurezza allo scorrimento

$CS_{RIB}$  Coeff. di sicurezza al ribaltamento

$CS_{QLIM}$  Coeff. di sicurezza a carico limite

$CS_{STAB}$  Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b><math>CS_{SCO}</math></b>	<b><math>CS_{RIB}</math></b>	<b><math>CS_{QLIM}</math></b>	<b><math>CS_{STAB}</math></b>
1	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	2,67	--	3,56	--
2	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	2,63	--	3,67	--
3	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,74	--	1,10	--
4	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,72	--	1,13	--
5	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,62	--	--
6	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,52	--	--
7	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,38
8	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,37
9	A1-M1 - [2]	--	3,74	--	4,33	--
10	A1-M1 - [2]	--	3,60	--	4,42	--
11	A1-M1 - [2]	--	3,21	--	4,31	--
12	A1-M1 - [2]	--	3,07	--	4,38	--
13	A2-M2 - [2]	--	2,25	--	1,72	--
14	EQU - [2]	--	--	3,31	--	--
15	STAB - [2]	--	--	--	--	1,47
16	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	3,07	--	5,49	--
17	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	3,12	--	5,28	--
18	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2,00	--	1,80	--
19	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2,03	--	1,74	--
20	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,29	--	--
21	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,47	--	--
22	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,49
23	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,49
24	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	3,03	--	4,94	--
25	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2,99	--	5,13	--
26	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,94	--	1,66	--
27	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1,97	--	1,60	--
28	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,15	--	--
29	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,32	--	--
30	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,47

31	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,46
32	A1-M1 - [5]	--	4,42	--	5,98	--
33	A1-M1 - [5]	--	4,22	--	6,18	--
34	A1-M1 - [5]	--	3,67	--	6,13	--
35	A1-M1 - [5]	--	3,47	--	6,31	--
36	A2-M2 - [5]	--	2,70	--	2,62	--
37	EQU - [5]	--	--	4,37	--	--
38	STAB - [5]	--	--	--	--	1,63
39	SLEQ - [1]	--	4,26	--	7,31	--
40	SLEF - [1]	--	4,06	--	6,69	--
41	SLEF - [1]	--	3,99	--	6,65	--
42	SLER - [1]	--	3,61	--	5,38	--
43	SLER - [1]	--	3,73	--	5,80	--

APPROVATO SDP



### 9.3 Sollecitazioni sugli elementi strutturali

In tabella si riassumono le sollecitazioni significative agenti sulla fondazione all'attacco con l'elevazione del muro.

COMBINAZIONE	FONDAZIONE		
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	$T_{MAX}$ (kN/m)	N (kN/m)
SLU	174	102	0
RARA	71	-	0
FREQUENTE	50	-	0
QUASI PERMANENTE	21	-	0

Per l'equilibrio del nodo di attacco tra elevazione e fondazione, le sollecitazioni flessionali massime agenti sull'elevazione sono quelle riportate nella tabella stessa.

Quindi l'elemento prefabbricato in elevazione dovrà presentare caratteristiche meccaniche di resistenza tali da garantire almeno il momento resistente su riportato.

Si riportano inoltre le sollecitazioni per la sezione di minore armatura, posta alla distanza di 1,65 m dallo spigolo di monte della fondazione.

COMBINAZIONE	FONDAZIONE	
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	N (kN/m)
SLU	73,9	0
RARA	35,4	0
FREQUENTE	25,1	0
QUASI PERMANENTE	10	0

APPROVATO SDP

## 9.4 Verifiche strutturali

Si effettuano le verifiche per 2,50 m di sviluppo di fondazione.  
Le caratteristiche della sezione di fondazione resistente sono:

$$b = 250 \text{ cm}$$

$$h = 50 \text{ cm}$$

$$A_{\text{tesa\_superiore}} = 12 \Phi 18$$

$$A_{\text{comp\_inferiore}} = 12 \Phi 14$$

### 9.4.1 Verifica a flessione SLU

$$M_{S,d} = 174 \times 2,50 \text{ m} = 435 \text{ kNm}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	250	50	1	18,47	6
			2	30,54	44

**Tipologia Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipologia flessione**  
 Retta  Deviata

**Materiali**  
 B450C C28/35  
 $\epsilon_{su}$  67,5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391,3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3,5 ‰  
 $E_s$  200.000 N/mm²  $f_{cd}$  15,87  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0,8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1,957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  11  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0,6667  
 $\tau_{cl}$  1,971

**Calcoli**  
 $M_{xRd}$  515,6 kNm  
 $\sigma_c$  -15,87 N/mm²  
 $\sigma_s$  391,3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3,5 ‰  
 $\epsilon_s$  28,85 ‰  
 d 44 cm  
 x 4,76 x/d 0,1082  
 $\delta$  0,7

**Parametri**  
 N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 $L_o$  0 cm Col. modello  
 Precompresso

Essendo  $M_{R,d} = 515,6 \text{ kNm} > M_{S,d} = 435 \text{ kNm}$  la verifica risulta soddisfatta.

### 9.4.2 Verifica a taglio SLU

$$T_{S,d} = 102 \text{ kN/m}$$

$$M_{S,d} = 174 \text{ kNm/m}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

$V_{sdu}$	102	kN
$M_{sdu}$	174	kNm
$N_{sdu}$	0	kN
$R_{ck}$	35	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	28	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c$	1,5	
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
bw	100	cm
d	45,00	cm
Asl	12,21	cm <sup>2</sup>
c	5,00	cm
$\alpha$	90	gradi
$\alpha$	1,57	rad
$\theta$	21,80	gradi
ctg $\theta$	2,50	
$\theta_{imposto}$	-	gradi
Asw	0	cm <sup>2</sup>
passo staffe	40	cm
$f_{cd}$	15,867	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctd_{0,05}}$	1,240	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391,304	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{cp}$	0,0000	N/mm <sup>2</sup>
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
$V_{Rd}$	176,928	kN

APPROVATO SDP

La verifica risulta soddisfatta senza armatura a taglio.

### 9.4.3 Verifica alle tensioni di esercizio SLE

Le verifiche a flessione vengono eseguite controllando che i valori delle tensioni ottenuti nell'acciaio e nel calcestruzzo calcolati per le combinazioni di carico SLE (rara), SLE (quasi permanente) rientrino all'interno dei valori limite relativi ai materiali utilizzati.

Combinazione SLE – rara

$$M_{SLE,RARA} = 71 \times 2,50 \text{ m} = 178 \text{ kNm}$$

Titolo :			Tipo Sezione																	
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom			N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>b [cm]</th> <th>h [cm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>250</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>			N°	b [cm]	h [cm]	1	250	50	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>As [cm²]</th> <th>d [cm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>18,47</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>30,54</td> <td>44</td> </tr> </tbody> </table>			N°	As [cm²]	d [cm]	1	18,47	6	2	30,54	44
N°	b [cm]	h [cm]																		
1	250	50																		
N°	As [cm²]	d [cm]																		
1	18,47	6																		
2	30,54	44																		
Sollecitazioni S.L.U. <input type="text" value="0"/> → Metodo n ← <input type="text" value="0"/> kN			P.to applicazione N <input checked="" type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Baricentro cls <input type="radio"/> Coord.[cm] xN <input type="text" value="0"/> yN <input type="text" value="0"/>																	
N <sub>Ed</sub> <input type="text" value="0"/> M <sub>xEd</sub> <input type="text" value="0"/> M <sub>yEd</sub> <input type="text" value="0"/>			Metodo di calcolo <input type="radio"/> S.L.U.+ <input type="radio"/> S.L.U.- <input checked="" type="radio"/> Metodo n																	
Materiali B450C C28/35 ε <sub>su</sub> <input type="text" value="67.5"/> ‰ ε <sub>c2</sub> <input type="text" value="2"/> ‰ f <sub>yd</sub> <input type="text" value="391.3"/> N/mm² ε <sub>cu</sub> <input type="text" value="3.5"/> ‰ E <sub>s</sub> <input type="text" value="200.000"/> N/mm² f <sub>cd</sub> <input type="text" value="15.87"/> ‰ E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> <input type="text" value="15"/> f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> <input type="text" value="0.8"/> ? ε <sub>syd</sub> <input type="text" value="1.957"/> ‰ σ <sub>c,adm</sub> <input type="text" value="11"/> σ <sub>s,adm</sub> <input type="text" value="255"/> N/mm² τ <sub>co</sub> <input type="text" value="0.6667"/> τ <sub>c1</sub> <input type="text" value="1.971"/>			σ <sub>c</sub> <input type="text" value="-3.061"/> N/mm² σ <sub>s</sub> <input type="text" value="144.8"/> N/mm² Verifica N° iterazioni: <input type="text" value="5"/> <input type="checkbox"/> Precompresso																	
ε <sub>s</sub> <input type="text" value="0.7238"/> ‰ d <input type="text" value="44"/> cm x <input type="text" value="10.59"/> x/d <input type="text" value="0.2408"/> δ <input type="text" value="0.741"/>																				

Poiché i valori di  $\sigma_c$  e  $\sigma_s$  con la combinazione più gravosa (rara) rispettano anche i limiti tensionali prescritti per la combinazione meno gravosa (quasi – permanente) e quindi più restrittivi, le verifiche per entrambe le condizioni sono soddisfatte.

### 9.4.4 Verifica a fessurazione SLE

Il tasso di lavoro dell'acciaio nella combinazione rara risulta inferiore a 200 MPa, di conseguenza lo è anche nelle condizioni frequente e quasi permanente con cui si deve effettuare la verifica a fessurazione. Di

conseguenza la verifica a fessurazione risulta soddisfatta per quanto contenuto nella tabella C.4.1.II delle Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche delle Costruzioni del D.M. 14 gennaio 2008.

## 9.5 Verifiche strutturali sezione di minor armatura

Si effettuano le verifiche per 2,50 m di sviluppo di fondazione.  
Le caratteristiche della sezione di fondazione resistente sono:

$$b = 250 \text{ cm}$$

$$h = 50 \text{ cm}$$

$$A_{\text{tesa\_superiore}} = 6 \Phi 18$$

$$A_{\text{comp\_inferiore}} = 12 \Phi 14$$

### 9.5.1 Verifica a flessione SLU

$$M_{S,d} = 73,9 \times 2,50 \text{ m} = 185 \text{ kNm}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari        N° strati barre

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	250	50	1	18,47	6
			2	15,27	44

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re     Trapezi  
 a T             Circolare  
 Rettangoli     Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.     Metodo n

**P.to applicazione N**  
 Centro     Baricentro cls  
 Coord.[cm]    xN     yN

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+     S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Tipo flessione**  
 Retta     Deviata

**Materiali**

<b>B450C</b>	<b>C28/35</b>
$\epsilon_{su}$ 67,5 ‰	$\epsilon_{c2}$ 2 ‰
$f_{yd}$ 391,3 N/mm²	$\epsilon_{cu}$ 3,5 ‰
$E_s$ 200.000 N/mm²	$f_{cd}$ 15,87
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0,8
$\epsilon_{syd}$ 1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 11
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	$\tau_{cd}$ 0,6667
	$\tau_{c1}$ 1,971

**M**  $M_{xRd}$  282,3 kNm

$\sigma_c$  -15,87 N/mm²

$\sigma_s$  391,3 N/mm²

$\epsilon_c$  3,5 ‰

$\epsilon_s$  35,53 ‰

d 44 cm

x 3,945    x/d 0,08967

$\delta$  0,7

N° rett. 100

$L_0$   cm   

Precompresso

Essendo  $M_{R,d} = 282,3 \text{ kNm} > M_{S,d} = 185 \text{ kNm}$  la verifica risulta soddisfatta.

### 9.5.2 Verifica alle tensioni di esercizio SLE

Le verifiche a flessione vengono eseguite controllando che i valori delle tensioni ottenuti nell'acciaio e nel calcestruzzo calcolati per le combinazioni di carico SLE (rara), SLE (quasi permanente) rientrino all'interno dei valori limite relativi ai materiali utilizzati.

Combinazione SLE – rara

$$M_{SLE,RARA} = 35,4 \times 2,50 \text{ m} = 88,5 \text{ kNm}$$

Titolo :			Tipo Sezione		
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom			N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom		
N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	250	50	1	18,47	6
			2	15,27	44

Sollecitazioni		P.to applicazione N	
S.L.U.	Metodo n	<input checked="" type="radio"/> Centro	<input type="radio"/> Baricentro cls
N <sub>Ed</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN	<input type="radio"/> Coord.[cm]	xN <input type="text" value="0"/>
M <sub>xEd</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="89"/> kNm		yN <input type="text" value="0"/>
M <sub>yEd</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		

Materiali			
<b>B450C</b>	<b>C28/35</b>	$\sigma_c$	<input type="text" value="-2,058"/> N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{su}$ <input type="text" value="67,5"/> ‰	$\epsilon_{c2}$ <input type="text" value="2"/> ‰	$\sigma_s$	<input type="text" value="141,6"/> N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$ <input type="text" value="391,3"/> N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$ <input type="text" value="3,5"/>	$\epsilon_s$	<input type="text" value="0,708"/> ‰
$E_s$ <input type="text" value="200.000"/> N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ <input type="text" value="15,87"/>	d	<input type="text" value="44"/> cm
$E_s/E_c$ <input type="text" value="15"/>	$f_{cc}/f_{cd}$ <input type="text" value="0,8"/> ?	x	<input type="text" value="7,876"/> x/d <input type="text" value="0,179"/>
$\epsilon_{syd}$ <input type="text" value="1,957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="11"/>	$\delta$	<input type="text" value="0,7"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ <input type="text" value="0,6667"/>		
	$\tau_{c1}$ <input type="text" value="1,971"/>		


Metodo di calcolo	
<input type="radio"/> S.L.U.+	<input type="radio"/> S.L.U.-
<input checked="" type="radio"/> Metodo n	

Verifica  N° iterazioni:

Precompresso

Poiché i valori di  $\sigma_c$  e  $\sigma_s$  con la combinazione più gravosa (rara) rispettano anche i limiti tensionali prescritti per la combinazione meno gravosa (quasi – permanente) e quindi più restrittivi, le verifiche per entrambe le condizioni sono soddisfatte.

	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI100002000000200	REV. A00	FOGLIO 78 di 334
---	----------------------------	---	-------------	---------------------

### ***9.5.3 Verifica a fessurazione SLE***

Il tasso di lavoro delle barre tese nella combinazione rara rispetta anche i limiti tensionali per il controllo della fessurazione contenuti nella tabella C4.1.II delle istruzioni di NTC 2008.

Di conseguenza la verifica a fessurazione risulta soddisfatta sia per la combinazione frequente che quasi permanente.

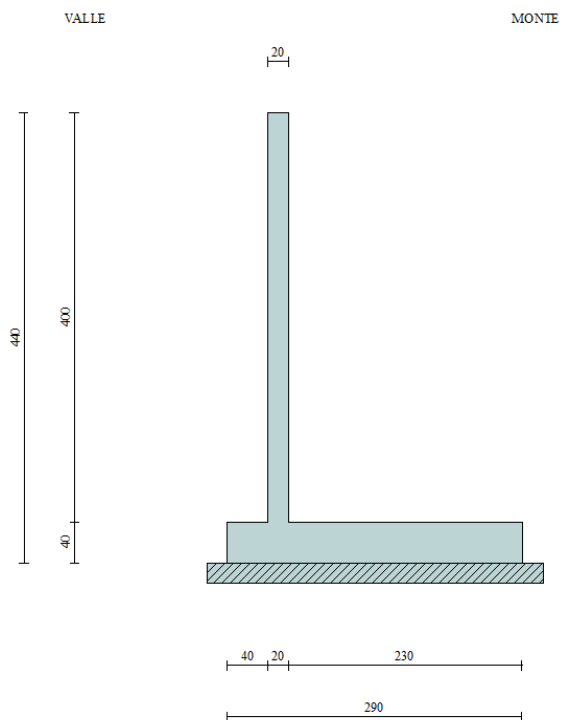
APPROVATO SDP

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



## 10. MURO DI SOSTEGNO CON $H = 4.0$ M

### 10.1 Geometria del muro



Le principali caratteristiche geometriche adottate nelle successive calcolazioni risultano:

H elevazione = 400 cm

L<sub>tot</sub> fondazione = 290 cm

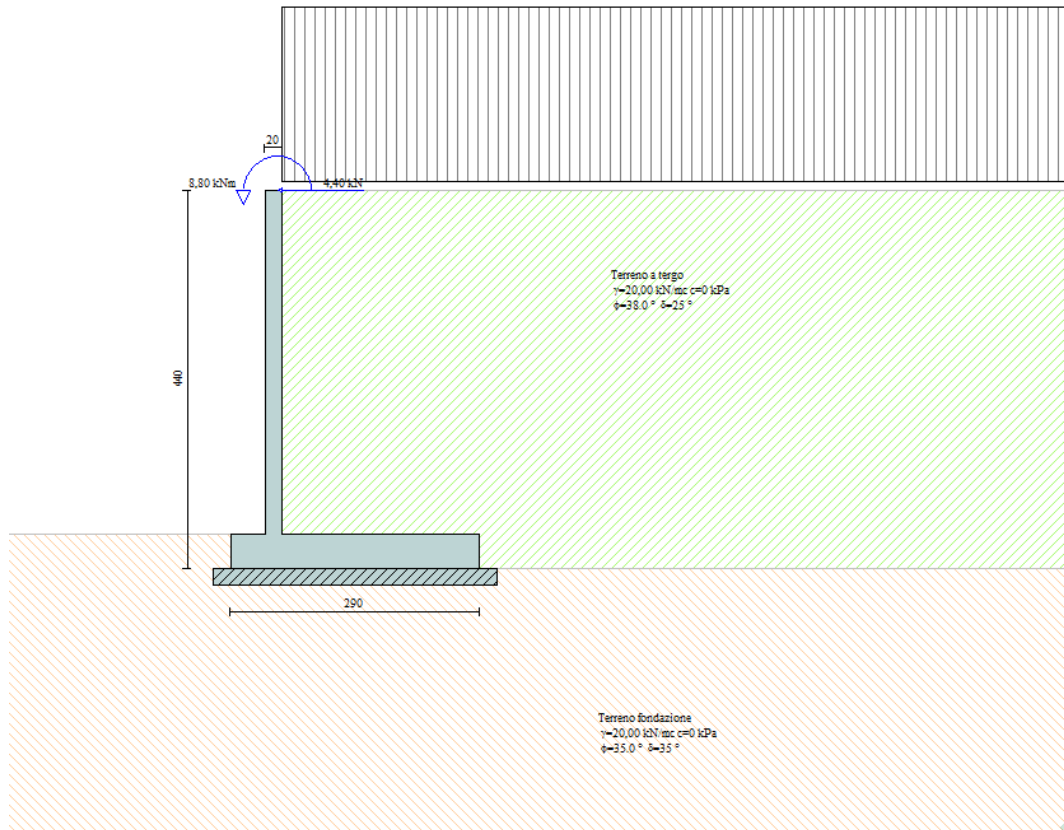
Sp fondazione = 40 cm

L fondazione di monte = 40 cm

APPROVATO SDP



Di seguito la figura del modello di calcolo realizzato:



APPROVATO SDP

## 10.2 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche del muro vengono riassunte nello schema seguente. Esse risultano tutte soddisfatte in quanto i coefficienti di sicurezza calcolati risultano maggiori di quelli limite imposti dalla normativa. I dettagli del calcolo delle azioni in baricentro fondazione per le varie combinazioni di carico sono riportati in allegato.

*Simbologia adottata*

*C* Identificativo della combinazione

*Tipo* Tipo combinazione

*Sisma* Combinazione sismica

$CS_{SCO}$  Coeff. di sicurezza allo scorrimento

$CS_{RIB}$  Coeff. di sicurezza al ribaltamento

$CS_{QLIM}$  Coeff. di sicurezza a carico limite

$CS_{STAB}$  Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b><math>CS_{SCO}</math></b>	<b><math>CS_{RIB}</math></b>	<b><math>CS_{QLIM}</math></b>	<b><math>CS_{STAB}</math></b>
1	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	2,65	--	3,73	--
2	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	2,61	--	3,84	--
3	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,73	--	1,16	--
4	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,71	--	1,19	--
5	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,69	--	--
6	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,57	--	--
7	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,37
8	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,37
9	A1-M1 - [2]	--	3,77	--	4,63	--
10	A1-M1 - [2]	--	3,64	--	4,73	--
11	A1-M1 - [2]	--	3,26	--	4,63	--
12	A1-M1 - [2]	--	3,12	--	4,71	--
13	A2-M2 - [2]	--	2,27	--	1,84	--
14	EQU - [2]	--	--	3,56	--	--
15	STAB - [2]	--	--	--	--	1,46
16	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	3,16	--	6,30	--
17	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	3,21	--	6,07	--
18	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2,06	--	2,10	--
19	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2,09	--	2,02	--
20	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,62	--	--
21	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,86	--	--
22	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,51
23	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,50
24	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	3,11	--	5,60	--
25	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	3,06	--	5,81	--
26	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,99	--	1,91	--
27	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2,02	--	1,84	--
28	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,44	--	--
29	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,65	--	--
30	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,48

31	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,47
32	A1-M1 - [5]	--	4,60	--	6,54	--
33	A1-M1 - [5]	--	4,40	--	6,58	--
34	A1-M1 - [5]	--	3,82	--	7,01	--
35	A1-M1 - [5]	--	3,61	--	7,23	--
36	A2-M2 - [5]	--	2,81	--	3,00	--
37	EQU - [5]	--	--	4,91	--	--
38	STAB - [5]	--	--	--	--	1,65
39	SLEQ - [1]	--	4,40	--	8,00	--
40	SLEF - [1]	--	4,15	--	7,36	--
41	SLEF - [1]	--	3,98	--	7,12	--
42	SLER - [1]	--	3,56	--	5,58	--
43	SLER - [1]	--	3,69	--	6,08	--

APPROVATO SDP

### 10.3 Sollecitazioni sugli elementi strutturali

In tabella si riassumono le sollecitazioni significative agenti sulla fondazione all'attacco con l'elevazione del muro.

COMBINAZIONE	FONDAZIONE		
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	$T_{MAX}$ (kN/m)	N (kN/m)
SLU	93	72	0
RARA	44	-	0
FREQUENTE	32	-	0
QUASI PERMANENTE	10	-	0

Per l'equilibrio del nodo di attacco tra elevazione e fondazione, le sollecitazioni flessionali massime agenti sull'elevazione sono quelle riportate nella tabella stessa.

Quindi l'elemento prefabbricato in elevazione dovrà presentare caratteristiche meccaniche di resistenza tali da garantire almeno il momento resistente su riportato.

Si riportano inoltre le sollecitazioni per la sezione di minore armatura, posta alla distanza di 1,60 m dallo spigolo di monte della fondazione.

COMBINAZIONE	FONDAZIONE	
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	N (kN/m)
SLU	49,2	0
RARA	26,5	0
FREQUENTE	19,2	0
QUASI PERMANENTE	3	0

APPROVATO SDP

## 10.4 Verifiche strutturali

Si effettuano le verifiche per 2,50 m di sviluppo di fondazione.  
Le caratteristiche della sezione di fondazione resistente sono:

$$b = 250 \text{ cm}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$A_{\text{tesa\_superiore}} = 12 \Phi 16$$

$$A_{\text{comp\_inferiore}} = 12 \Phi 12$$

### 10.4.1 Verifica a flessione SLU

$$M_{S,d} = 93 \times 2,50 \text{ m} = 233 \text{ kNm}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

Titolo :			Tipo Sezione																		
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom			N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom																		
N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]																
1	250	40	1	13.57	6																
			2	24.13	34																
Sollecitazioni			P.to applicazione N																		
S.L.U. <input type="button" value="→"/> Metodo n			<input checked="" type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Baricentro cls <input type="radio"/> Coord.[cm] xN <input type="text" value="0"/> yN <input type="text" value="0"/>																		
N <sub>Ed</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN	Tipo rottura																		
M <sub>xEd</sub>	<input type="text" value="233"/>	<input type="text" value="0"/> kNm	Lato calcestruzzo - Acciaio snervato																		
M <sub>yEd</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	Metodo di calcolo																		
Materiali			M <sub>xRd</sub> <input type="text" value="321.8"/> kN m																		
<table border="1"> <tr> <th>B450C</th> <th>C28/35</th> </tr> <tr> <td>ε<sub>su</sub> <input type="text" value="67.5"/> ‰</td> <td>ε<sub>c2</sub> <input type="text" value="2"/> ‰</td> </tr> <tr> <td>f<sub>yd</sub> <input type="text" value="391.3"/> N/mm²</td> <td>ε<sub>cu</sub> <input type="text" value="3.5"/> ‰</td> </tr> <tr> <td>E<sub>s</sub> <input type="text" value="200.000"/> N/mm²</td> <td>f<sub>cd</sub> <input type="text" value="15.87"/></td> </tr> <tr> <td>E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> <input type="text" value="15"/></td> <td>f<sub>cc</sub> / f<sub>cd</sub> <input type="text" value="0.8"/> ?</td> </tr> <tr> <td>ε<sub>syd</sub> <input type="text" value="1.957"/> ‰</td> <td>σ<sub>c,adm</sub> <input type="text" value="11"/></td> </tr> <tr> <td>σ<sub>s,adm</sub> <input type="text" value="255"/> N/mm²</td> <td>τ<sub>co</sub> <input type="text" value="0.6667"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>τ<sub>c1</sub> <input type="text" value="1.971"/></td> </tr> </table>			B450C	C28/35	ε <sub>su</sub> <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε <sub>c2</sub> <input type="text" value="2"/> ‰	f <sub>yd</sub> <input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε <sub>cu</sub> <input type="text" value="3.5"/> ‰	E <sub>s</sub> <input type="text" value="200.000"/> N/mm²	f <sub>cd</sub> <input type="text" value="15.87"/>	E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> <input type="text" value="15"/>	f <sub>cc</sub> / f <sub>cd</sub> <input type="text" value="0.8"/> ?	ε <sub>syd</sub> <input type="text" value="1.957"/> ‰	σ <sub>c,adm</sub> <input type="text" value="11"/>	σ <sub>s,adm</sub> <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ <sub>co</sub> <input type="text" value="0.6667"/>		τ <sub>c1</sub> <input type="text" value="1.971"/>	σ <sub>c</sub> <input type="text" value="-15.87"/> N/mm² σ <sub>s</sub> <input type="text" value="391.3"/> N/mm² ε <sub>c</sub> <input type="text" value="3.5"/> ‰ ε <sub>s</sub> <input type="text" value="24.83"/> ‰ d <input type="text" value="34"/> cm x <input type="text" value="4.2"/> x/d <input type="text" value="0.1235"/> δ <input type="text" value="0.7"/>		
B450C	C28/35																				
ε <sub>su</sub> <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε <sub>c2</sub> <input type="text" value="2"/> ‰																				
f <sub>yd</sub> <input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε <sub>cu</sub> <input type="text" value="3.5"/> ‰																				
E <sub>s</sub> <input type="text" value="200.000"/> N/mm²	f <sub>cd</sub> <input type="text" value="15.87"/>																				
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> <input type="text" value="15"/>	f <sub>cc</sub> / f <sub>cd</sub> <input type="text" value="0.8"/> ?																				
ε <sub>syd</sub> <input type="text" value="1.957"/> ‰	σ <sub>c,adm</sub> <input type="text" value="11"/>																				
σ <sub>s,adm</sub> <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ <sub>co</sub> <input type="text" value="0.6667"/>																				
	τ <sub>c1</sub> <input type="text" value="1.971"/>																				
			<input checked="" type="radio"/> SLU+ <input type="radio"/> SLU- <input checked="" type="radio"/> Metodo n																		
			Tipo flessione <input checked="" type="radio"/> Retta <input type="radio"/> Deviata																		
			N° rett. <input type="text" value="100"/>																		
			<input type="button" value="Calcola MRd"/> <input type="button" value="Dominio M-N"/>																		
			L <sub>0</sub> <input type="text" value="0"/> cm <input type="button" value="Col. modello"/>																		
			<input type="checkbox"/> Precompresso																		

Essendo  $M_{R,d} = 321,8 \text{ kNm} > M_{S,d} = 233 \text{ kNm}$  la verifica risulta soddisfatta.

### 10.4.2 Verifica a taglio SLU

$$T_{S,d} = 72 \text{ kN/m}$$

$$M_{S,d} = 93 \text{ kNm/m}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

$V_{sdu}$	72	kN
$M_{sdu}$	93	kNm
$N_{sdu}$	0	kN
$R_{ck}$	35	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	28	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c$	1,5	
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
bw	100	cm
d	35,00	cm
Asl	9,65	cm <sup>2</sup>
c	5,00	cm
$\alpha$	90	gradi
$\alpha$	1,57	rad
$\theta$	21,80	gradi
ctg $\theta$	2,50	
$\theta_{\text{imposto}}$	-	gradi
Asw	0	cm <sup>2</sup>
passo staffe	40	cm
$f_{cd}$	15,867	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctd_{0,05}}$	1,240	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391,304	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{cp}$	0,0000	N/mm <sup>2</sup>
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
$V_{Rd}$	145,757	kN

APPROVATO SDP

La verifica risulta soddisfatta senza armatura a taglio.

### 10.4.3 Verifica alle tensioni di esercizio SLE

Le verifiche a flessione vengono eseguite controllando che i valori delle tensioni ottenuti nell'acciaio e nel calcestruzzo calcolati per le combinazioni di carico SLE (rara), SLE (quasi permanente) rientrino all'interno dei valori limite relativi ai materiali utilizzati.

Combinazione SLE – rara

$$M_{SLE,RARA} = 44 \times 2,50 \text{ m} = 110 \text{ kNm}$$

Titolo :			Tipo Sezione																	
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom			N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>b [cm]</th> <th>h [cm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>250</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>			N°	b [cm]	h [cm]	1	250	40	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>As [cm²]</th> <th>d [cm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>13,57</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>24,13</td> <td>34</td> </tr> </tbody> </table>			N°	As [cm²]	d [cm]	1	13,57	6	2	24,13	34
N°	b [cm]	h [cm]																		
1	250	40																		
N°	As [cm²]	d [cm]																		
1	13,57	6																		
2	24,13	34																		
Sollecitazioni S.L.U.    Metodo n			P.to applicazione N <input checked="" type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Baricentro cls <input type="radio"/> Coord.[cm]    xN <input type="text" value="0"/> yN <input type="text" value="0"/>																	
N <sub>Ed</sub> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> kN M <sub>xEd</sub> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="110"/> kNm M <sub>yEd</sub> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/>			Metodo di calcolo <input type="radio"/> S.L.U.+ <input type="radio"/> S.L.U.- <input checked="" type="radio"/> Metodo n																	
Materiali																				
B450C    C28/35																				
ε <sub>su</sub>	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε <sub>c2</sub>	<input type="text" value="2"/> ‰	σ <sub>c</sub>	<input type="text" value="-3.205"/> N/mm <sup>2</sup>															
f <sub>yd</sub>	<input type="text" value="391.3"/> N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub>	<input type="text" value="3.5"/> ‰	σ <sub>s</sub>	<input type="text" value="146.9"/> N/mm <sup>2</sup>															
E <sub>s</sub>	<input type="text" value="200.000"/> N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub>	<input type="text" value="15.87"/> ‰	ε <sub>s</sub>	<input type="text" value="0.7344"/> ‰															
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	<input type="text" value="15"/> ‰	f <sub>cc</sub> / f <sub>cd</sub>	<input type="text" value="0.8"/> ‰	d	<input type="text" value="34"/> cm															
ε <sub>syd</sub>	<input type="text" value="1.957"/> ‰	σ <sub>c,adm</sub>	<input type="text" value="11"/> ‰	x	<input type="text" value="8.384"/> x/d <input type="text" value="0.2466"/>															
σ <sub>s,adm</sub>	<input type="text" value="255"/> N/mm <sup>2</sup>	τ <sub>co</sub>	<input type="text" value="0.6667"/> ‰	δ	<input type="text" value="0.7482"/>															
		τ <sub>c1</sub>	<input type="text" value="1.971"/> ‰	Verifica    N° iterazioni: <input type="text" value="5"/>																
<input type="checkbox"/> Precompresso																				

Poiché i valori di  $\sigma_c$  e  $\sigma_s$  con la combinazione più gravosa (rara) rispettano anche i limiti tensionali prescritti per la combinazione meno gravosa (quasi – permanente) e quindi più restrittivi, le verifiche per entrambe le condizioni sono soddisfatte.

### 10.4.4 Verifica a fessurazione SLE

Il tasso di lavoro dell'acciaio nella combinazione rara risulta inferiore a 200 MPa, di conseguenza lo è anche nelle condizioni frequente e quasi permanente con cui si deve effettuare la verifica a fessurazione. Di conseguenza la verifica a fessurazione risulta soddisfatta per quanto contenuto nella tabella C.4.1.II delle Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche delle Costruzioni del D.M. 14 gennaio 2008.

## 10.5 Verifiche strutturali sezione di minor armatura

Si effettuano le verifiche per 2,50 m di sviluppo di fondazione.  
Le caratteristiche della sezione di fondazione resistente sono:

$$b = 250 \text{ cm}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$A_{\text{tesa\_superiore}} = 6 \Phi 16$$

$$A_{\text{comp\_inferiore}} = 12 \Phi 12$$

### 10.5.1 Verifica a flessione SLU

$$M_{S,d} = 49,2 \times 2,50 \text{ m} = 123 \text{ kNm}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

Titolo :			Tipo Sezione																		
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom			N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>b [cm]</th> <th>h [cm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>250</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>			N°	b [cm]	h [cm]	1	250	40	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>As [cm²]</th> <th>d [cm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>13,57</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>12,06</td> <td>34</td> </tr> </tbody> </table>			N°	As [cm²]	d [cm]	1	13,57	6	2	12,06	34	
N°	b [cm]	h [cm]																			
1	250	40																			
N°	As [cm²]	d [cm]																			
1	13,57	6																			
2	12,06	34																			
Sollecitazioni S.L.U. <input checked="" type="radio"/> Metodo n <input type="radio"/>			P.to applicazione N <input checked="" type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Baricentro cls <input type="radio"/> Coord.[cm] xN <input type="text" value="0"/> yN <input type="text" value="0"/>																		
N <sub>Ed</sub> <input type="text" value="0"/> kN M <sub>xEd</sub> <input type="text" value="123"/> kNm M <sub>yEd</sub> <input type="text" value="0"/> kNm			Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato																		
Materiali <table border="1"> <thead> <tr> <th>B450C</th> <th>C28/35</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ε<sub>su</sub> <input type="text" value="67.5"/> ‰</td> <td>ε<sub>c2</sub> <input type="text" value="2"/> ‰</td> </tr> <tr> <td>f<sub>yd</sub> <input type="text" value="391.3"/> N/mm²</td> <td>ε<sub>cu</sub> <input type="text" value="3.5"/> ‰</td> </tr> <tr> <td>E<sub>s</sub> <input type="text" value="200.000"/> N/mm²</td> <td>f<sub>cd</sub> <input type="text" value="15.87"/> N/mm²</td> </tr> <tr> <td>E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> <input type="text" value="15"/></td> <td>f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> <input type="text" value="0.8"/> ?</td> </tr> <tr> <td>ε<sub>syd</sub> <input type="text" value="1.957"/> ‰</td> <td>σ<sub>c,adm</sub> <input type="text" value="11"/> N/mm²</td> </tr> <tr> <td>σ<sub>s,adm</sub> <input type="text" value="255"/> N/mm²</td> <td>τ<sub>co</sub> <input type="text" value="0.6667"/> N/mm²</td> </tr> <tr> <td></td> <td>τ<sub>cl</sub> <input type="text" value="1.971"/> N/mm²</td> </tr> </tbody> </table>			B450C	C28/35	ε <sub>su</sub> <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε <sub>c2</sub> <input type="text" value="2"/> ‰	f <sub>yd</sub> <input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε <sub>cu</sub> <input type="text" value="3.5"/> ‰	E <sub>s</sub> <input type="text" value="200.000"/> N/mm²	f <sub>cd</sub> <input type="text" value="15.87"/> N/mm²	E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> <input type="text" value="15"/>	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> <input type="text" value="0.8"/> ?	ε <sub>syd</sub> <input type="text" value="1.957"/> ‰	σ <sub>c,adm</sub> <input type="text" value="11"/> N/mm²	σ <sub>s,adm</sub> <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ <sub>co</sub> <input type="text" value="0.6667"/> N/mm²		τ <sub>cl</sub> <input type="text" value="1.971"/> N/mm²	Metodo di calcolo <input checked="" type="radio"/> S.L.U.+ <input type="radio"/> S.L.U.- <input checked="" type="radio"/> Metodo n		
B450C	C28/35																				
ε <sub>su</sub> <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε <sub>c2</sub> <input type="text" value="2"/> ‰																				
f <sub>yd</sub> <input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε <sub>cu</sub> <input type="text" value="3.5"/> ‰																				
E <sub>s</sub> <input type="text" value="200.000"/> N/mm²	f <sub>cd</sub> <input type="text" value="15.87"/> N/mm²																				
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> <input type="text" value="15"/>	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> <input type="text" value="0.8"/> ?																				
ε <sub>syd</sub> <input type="text" value="1.957"/> ‰	σ <sub>c,adm</sub> <input type="text" value="11"/> N/mm²																				
σ <sub>s,adm</sub> <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ <sub>co</sub> <input type="text" value="0.6667"/> N/mm²																				
	τ <sub>cl</sub> <input type="text" value="1.971"/> N/mm²																				
M <sub>xRd</sub> <input type="text" value="179.2"/> kNm			Tipo flessione <input checked="" type="radio"/> Retta <input type="radio"/> Deviata																		
σ <sub>c</sub> <input type="text" value="-15.87"/> N/mm² σ <sub>s</sub> <input type="text" value="391.3"/> N/mm² ε <sub>c</sub> <input type="text" value="3.5"/> ‰ ε <sub>s</sub> <input type="text" value="34.72"/> ‰ d <input type="text" value="34"/> cm x <input type="text" value="3.114"/> x/d <input type="text" value="0.09158"/> δ <input type="text" value="0.7"/>			N° rett. <input type="text" value="100"/> Calcola MRd <input type="button"/> Dominio M-N <input type="button"/> L <sub>o</sub> <input type="text" value="0"/> cm Col. modello <input type="button"/> <input type="checkbox"/> Precompresso																		

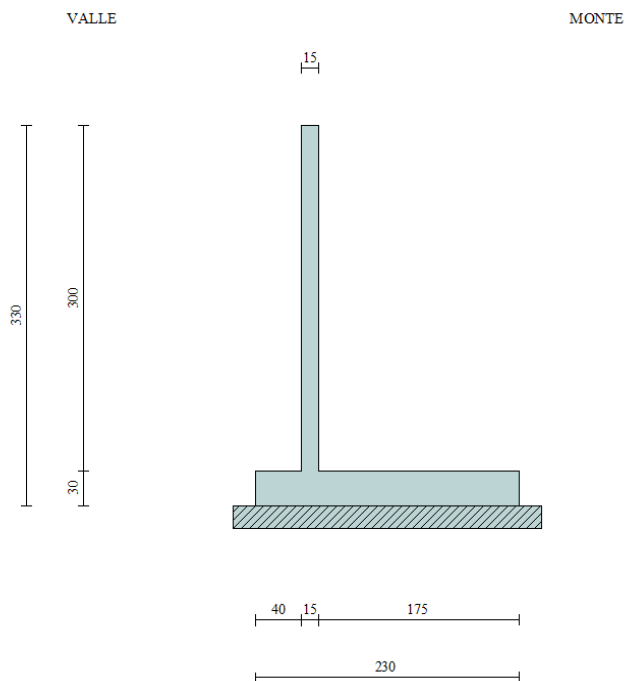
Essendo  $M_{R,d} = 179,2 \text{ kNm} > M_{S,d} = 123 \text{ kNm}$  la verifica risulta soddisfatta.





## 11. MURO DI SOSTEGNO CON H = 3.0 M

### 11.1 Geometria del muro



Le principali caratteristiche geometriche adottate nelle successive calcolazioni risultano:

H elevazione = 300 cm

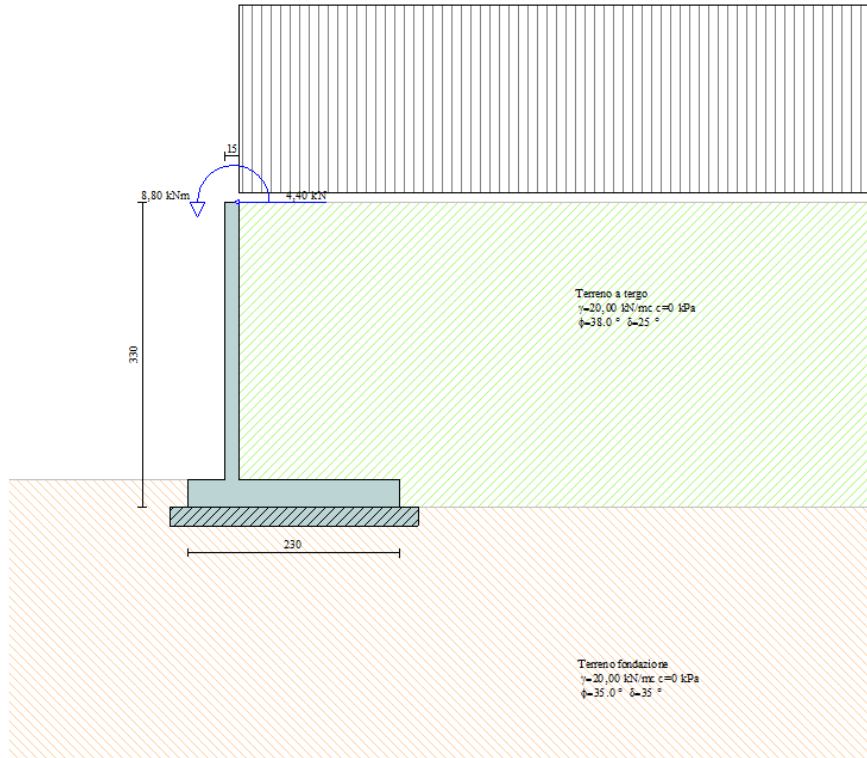
L<sub>tot</sub> fondazione = 230 cm

S<sub>p</sub> fondazione = 30 cm

L fondazione di monte = 40 cm

APPROVATO SDP

Di seguito la figura del modello di calcolo realizzato:



APPROVATO SDP

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



## 11.2 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche del muro vengono riassunte nello schema seguente. Esse risultano tutte soddisfatte in quanto i coefficienti di sicurezza calcolati risultano maggiori di quelli limite imposti dalla normativa. I dettagli del calcolo delle azioni in baricentro fondazione per le varie combinazioni di carico sono riportati in allegato.

*Simbologia adottata*

*C* Identificativo della combinazione

*Tipo* Tipo combinazione

*Sisma* Combinazione sismica

$CS_{SCO}$  Coeff. di sicurezza allo scorrimento

$CS_{RIB}$  Coeff. di sicurezza al ribaltamento

$CS_{QLIM}$  Coeff. di sicurezza a carico limite

$CS_{STAB}$  Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b><math>CS_{SCO}</math></b>	<b><math>CS_{RIB}</math></b>	<b><math>CS_{QLIM}</math></b>	<b><math>CS_{STAB}</math></b>
1	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	2,52	--	3,59	--
2	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	2,47	--	3,68	--
3	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,65	--	1,10	--
4	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,63	--	1,13	--
5	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,55	--	--
6	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,43	--	--
7	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,34
8	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,34
9	A1-M1 - [2]	--	3,67	--	4,62	--
10	A1-M1 - [2]	--	3,54	--	4,62	--
11	A1-M1 - [2]	--	3,20	--	4,78	--
12	A1-M1 - [2]	--	3,07	--	4,85	--
13	A2-M2 - [2]	--	2,20	--	1,86	--
14	EQU - [2]	--	--	3,68	--	--
15	STAB - [2]	--	--	--	--	1,42
16	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	3,20	--	7,23	--
17	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	3,26	--	6,96	--
18	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2,09	--	2,42	--
19	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2,12	--	2,33	--
20	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,94	--	--
21	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	4,23	--	--
22	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,52
23	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,51
24	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	3,11	--	6,28	--
25	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	3,06	--	6,52	--
26	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2,00	--	2,14	--
27	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2,03	--	2,06	--
28	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,69	--	--
29	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,94	--	--
30	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,47
31	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,47

APPROVATO SDR

Società di Progetto  
Brebemi SpA



32	A1-M1 - [5]	--	4,68	--	6,87	--
33	A1-M1 - [5]	--	4,47	--	6,91	--
34	A1-M1 - [5]	--	3,89	--	7,69	--
35	A1-M1 - [5]	--	3,67	--	7,71	--
36	A2-M2 - [5]	--	2,86	--	3,32	--
37	EQU - [5]	--	--	5,40	--	--
38	STAB - [5]	--	--	--	--	1,66
39	SLEQ - [1]	--	4,41	--	8,25	--
40	SLEF - [1]	--	4,11	--	7,39	--
41	SLEF - [1]	--	3,73	--	7,12	--
42	SLER - [1]	--	3,32	--	5,35	--
43	SLER - [1]	--	3,45	--	5,91	--

APPROVATO SDP

### 11.3 Sollecitazioni sugli elementi strutturali

In tabella si riassumono le sollecitazioni significative agenti sulla fondazione all'attacco con l'elevazione del muro.

COMBINAZIONE	FONDAZIONE		
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	$T_{MAX}$ (kN/m)	N (kN/m)
SLU	46	45	0
RARA	27,4	-	0
FREQUENTE	21,4	-	0
QUASI PERMANENTE	4	-	0

Per l'equilibrio del nodo di attacco tra elevazione e fondazione, le sollecitazioni flessionali massime agenti sull'elevazione sono quelle riportate nella tabella stessa.

Quindi l'elemento prefabbricato in elevazione dovrà presentare caratteristiche meccaniche di resistenza tali da garantire almeno il momento resistente su riportato.

Si riportano inoltre le sollecitazioni per la sezione di minore armatura, posta alla distanza di 1,05 m dallo spigolo di monte della fondazione.

COMBINAZIONE	FONDAZIONE	
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	N (kN/m)
SLU	21,4	0
RARA	12,3	0
FREQUENTE	9,6	0
QUASI PERMANENTE	2	0

APPROVATO SDP

## 11.4 Verifiche strutturali

Si effettuano le verifiche per 2,50 m di sviluppo di fondazione.  
Le caratteristiche della sezione di fondazione resistente sono:

$$b = 250 \text{ cm}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$A_{\text{tesa\_superiore}} = 12 \Phi 14$$

$$A_{\text{comp\_inferiore}} = 12 \Phi 10$$

### 11.4.1 Verifica a flessione SLU

$$M_{S,d} = 46 \times 2,50 \text{ m} = 115 \text{ kNm}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	250	30	1	9,42	5,6
			2	18,47	24,2

**Tipologia Sezione**  
 Rettan.re    Trapezi  
 a T    Circolare  
 Rettangoli    Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.      Metodo n  

**P.to applicazione N**  
 Centro    Baricentro cls  
 Coord.[cm]   xN    yN

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+    S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipologia rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
     
 $\epsilon_{su}$   ‰    $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   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    $\tau_{co}$   ‰  
 $\tau_{c1}$   ‰

**Calcoli**  
 $M_{xRd}$   kNm  
 $\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
 $d$   cm  
 $x$      $x/d$    
 $\delta$

**Parametri**  
 N° rett.   
     
 $L_o$   cm     
 Precompresso

Essendo  $M_{R,d} = 180,1 \text{ kNm} > M_{S,d} = 115 \text{ kNm}$  la verifica risulta soddisfatta.

### 11.4.2 Verifica a taglio SLU

$$T_{S,d} = 45 \text{ kN/m}$$

$$M_{S,d} = 46 \text{ kNm/m}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

$V_{sdu}$	45	kN
$M_{sdu}$	46	kNm
$N_{sdu}$	0	kN
$R_{ck}$	35	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	28	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c$	1,5	
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
bw	100	cm
d	25,00	cm
Asl	7,39	cm <sup>2</sup>
c	5,00	cm
$\alpha$	90	gradi
$\alpha$	1,57	rad
$\theta$	21,80	gradi
ctg $\theta$	2,50	
$\theta_{\text{imposto}}$	-	gradi
Asw	0	cm <sup>2</sup>
passo staffe	40	cm
$f_{cd}$	15,867	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctd_{0,05}}$	1,240	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391,304	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{cp}$	0,0000	N/mm <sup>2</sup>
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
$V_{Rd}$	114,962	kN

APPROVATO SDP

La verifica risulta soddisfatta senza armatura a taglio.



### 11.4.3 Verifica alle tensioni di esercizio SLE

Le verifiche a flessione vengono eseguite controllando che i valori delle tensioni ottenuti nell'acciaio e nel calcestruzzo calcolati per le combinazioni di carico SLE (rara), SLE (quasi permanente) rientrino all'interno dei valori limite relativi ai materiali utilizzati.

Combinazione SLE – rara

$$M_{SLE,RARA} = 27,4 \times 2,50 \text{ m} = 68,5 \text{ kNm}$$

Titolo :			Tipo Sezione		
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom			N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom		
N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	250	30	1	9,42	5,6
			2	18,47	24,2

Sollecitazioni		P.to applicazione N	
S.L.U.	Metodo n	<input checked="" type="radio"/> Centro	<input type="radio"/> Baricentro cls
N <sub>Ed</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN	<input type="radio"/> Coord.[cm]	xN <input type="text" value="0"/>
M <sub>xEd</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="69"/> kNm		yN <input type="text" value="0"/>
M <sub>yEd</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		

Materiali			
B450C		C28/35	
ε <sub>su</sub> <input type="text" value="67.5"/> %	ε <sub>c2</sub> <input type="text" value="2"/> %	σ <sub>c</sub> <input type="text" value="-3.932"/> N/mm²	
f <sub>yd</sub> <input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε <sub>cu</sub> <input type="text" value="3.5"/> %	σ <sub>s</sub> <input type="text" value="169.4"/> N/mm²	
E <sub>s</sub> <input type="text" value="200.000"/> N/mm²	f <sub>cd</sub> <input type="text" value="15.87"/> %	ε <sub>s</sub> <input type="text" value="0.847"/> %	
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> <input type="text" value="15"/>	f <sub>cc</sub> / f <sub>cd</sub> <input type="text" value="0.8"/> ?	d <input type="text" value="24.2"/> cm	
ε <sub>syd</sub> <input type="text" value="1.957"/> %	σ <sub>c,adm</sub> <input type="text" value="11"/>	x <input type="text" value="6.249"/>	x/d <input type="text" value="0.2582"/>
σ <sub>s,adm</sub> <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ <sub>co</sub> <input type="text" value="0.6667"/>		δ <input type="text" value="0.7628"/>
	τ <sub>c1</sub> <input type="text" value="1.971"/>		

Metodo di calcolo	
<input type="radio"/> S.L.U.+	<input type="radio"/> S.L.U.-
<input checked="" type="radio"/> Metodo n	

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

Poiché i valori di  $\sigma_c$  e  $\sigma_s$  con la combinazione più gravosa (rara) rispettano anche i limiti tensionali prescritti per la combinazione meno gravosa (quasi – permanente) e quindi più restrittivi, le verifiche per entrambe le condizioni sono soddisfatte.

### 11.4.4 Verifica a fessurazione SLE

Il tasso di lavoro dell'acciaio nella combinazione rara risulta inferiore a 200 MPa, di conseguenza lo è anche nelle condizioni frequente e quasi permanente con cui si deve effettuare la verifica a fessurazione. Di conseguenza la verifica a fessurazione risulta soddisfatta per quanto contenuto nella tabella C.4.1.I delle Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche delle Costruzioni del D.M. 14 gennaio 2008.

## 11.5 Verifiche strutturali sezione di minor armatura

Si effettuano le verifiche per 2,50 m di sviluppo di fondazione.  
Le caratteristiche della sezione di fondazione resistente sono:

$$b = 250 \text{ cm}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$A_{\text{tesa\_superiore}} = 6 \Phi 14$$

$$A_{\text{comp\_inferiore}} = 12 \Phi 10$$

### 11.5.1 Verifica a flessione SLU

$$M_{S,d} = 21,4 \times 2,50 \text{ m} = 53,5 \text{ kNm}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

Titolo :			Tipo Sezione		
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom			N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom		
N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	250	30	1	9,42	5,6
			2	9,24	24,2
Sollecitazioni			P.to applicazione N		
S.L.U. Metodo n			<input checked="" type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Baricentro cls <input type="radio"/> Coord.[cm]		
N <sub>Ed</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN	Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato		
M <sub>xEd</sub>	<input type="text" value="54"/>	<input type="text" value="0"/> kNm	Metodo di calcolo <input checked="" type="radio"/> S.L.U.+ <input type="radio"/> S.L.U.- <input checked="" type="radio"/> Metodo n		
M <sub>yEd</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	Tipo flessione <input checked="" type="radio"/> Retta <input type="radio"/> Deviata		
Materiali B450C C28/35			M <sub>xRd</sub> <input type="text" value="101,2"/> kN m		
ε <sub>su</sub>	<input type="text" value="67,5"/> %	ε <sub>c2</sub> <input type="text" value="2"/> %	σ <sub>c</sub> <input type="text" value="-15,87"/> N/mm²		
f <sub>yd</sub>	<input type="text" value="391,3"/> N/mm²	ε <sub>cu</sub> <input type="text" value="3,5"/> %	σ <sub>s</sub> <input type="text" value="391,3"/> N/mm²		
E <sub>s</sub>	<input type="text" value="200.000"/> N/mm²	f <sub>cd</sub> <input type="text" value="15,07"/>	ε <sub>c</sub> <input type="text" value="3,5"/> %		
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	<input type="text" value="15"/>	f <sub>cc</sub> / f <sub>cd</sub> <input type="text" value="0,8"/> ?	ε <sub>s</sub> <input type="text" value="33,87"/> %		
ε <sub>syd</sub>	<input type="text" value="1,957"/> %	σ <sub>c,adm</sub> <input type="text" value="11"/>	d <input type="text" value="24,2"/> cm		
σ <sub>s,adm</sub>	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ <sub>co</sub> <input type="text" value="0,6667"/>	x <input type="text" value="2,267"/> x/d <input type="text" value="0,09366"/>		
		τ <sub>cl</sub> <input type="text" value="1,971"/>	δ <input type="text" value="0,7"/>		
			N° rett. <input type="text" value="100"/>		
			Calcola MRd Dominio M-N		
			L <sub>0</sub> <input type="text" value="0"/> cm Col. modello		
			<input type="checkbox"/> Precompresso		

Essendo  $M_{R,d} = 101,2 \text{ kNm} > M_{S,d} = 53,5 \text{ kNm}$  la verifica risulta soddisfatta.

### 11.5.2 Verifica alle tensioni di esercizio SLE

Le verifiche a flessione vengono eseguite controllando che i valori delle tensioni ottenuti nell'acciaio e nel calcestruzzo calcolati per le combinazioni di carico SLE (rara), SLE (quasi permanente) rientrino all'interno dei valori limite relativi ai materiali utilizzati.

Combinazione SLE – rara

$$M_{SLE,RARA} = 12,3 \times 2,50 \text{ m} = 30,8 \text{ kNm}$$

Titolo :			Tipo Sezione		
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom			N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom		
N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	250	30	1	9,42	5,6
			2	9,24	24,2

Sollecitazioni		P.to applicazione N	
S.L.U.	Metodo n	<input checked="" type="radio"/> Centro	<input type="radio"/> Baricentro cls
N <sub>Ed</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN	<input type="radio"/> Coord.[cm]	xN <input type="text" value="0"/>
M <sub>xEd</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="31"/> kNm		yN <input type="text" value="0"/>
M <sub>yEd</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		

Materiali			
B450C	C28/35	$\sigma_c$	-2,394 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{su}$ 67,5 ‰	$\epsilon_{c2}$ 2 ‰	$\sigma_s$	147,2 N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$ 391,3 N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$ 3,5 ‰	$\epsilon_s$	0,7358 ‰
$E_s$ 200.000 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ 15,87	d	24,2 cm
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0,8 ?	x	4,747
$\epsilon_{syd}$ 1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 11	x/d	0,1962
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ 0,6667	$\delta$	0,7
	$\tau_{c1}$ 1,971		

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Verifica  N° iterazioni:

Precompresso

Poiché i valori di  $\sigma_c$  e  $\sigma_s$  con la combinazione più gravosa (rara) rispettano anche i limiti tensionali prescritti per la combinazione meno gravosa (quasi – permanente) e quindi più restrittivi, le verifiche per entrambe le condizioni sono soddisfatte.

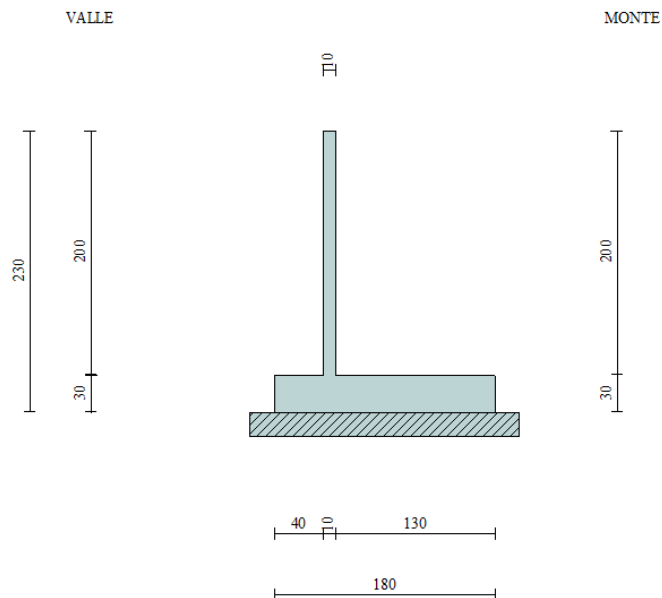
### 11.5.3 Verifica a fessurazione SLE

Il tasso di lavoro delle barre tese nella combinazione rara rispetta anche i limiti tensionali per il controllo della fessurazione contenuti nella tabella C4.1.II delle istruzioni di NTC 2008.

Di conseguenza la verifica a fessurazione risulta soddisfatta sia per la combinazione frequente che quasi permanente.

## 12. MURO DI SOSTEGNO CON H = 2.0 M

### 12.1 Geometria del muro



Le principali caratteristiche geometriche adottate nelle successive calcolazioni risultano:

H elevazione = 200 cm

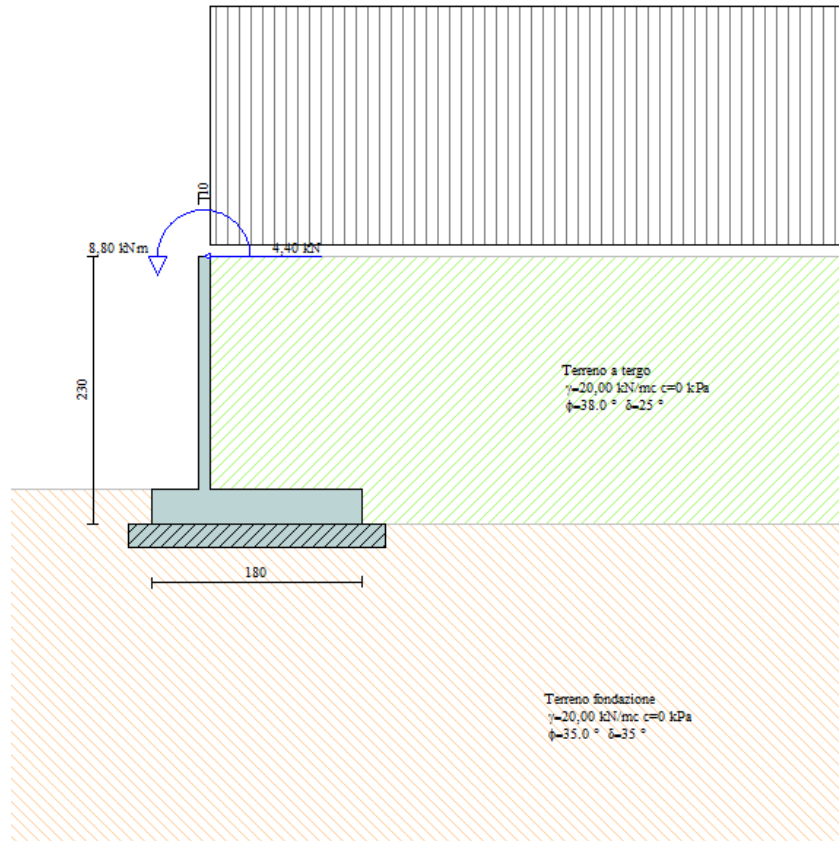
L<sub>tot</sub> fondazione = 180 cm

Sp fondazione = 30 cm

L fondazione di monte = 40 cm

APPROVATO SDP

Di seguito la figura del modello di calcolo realizzato:



APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



## 12.2 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche del muro vengono riassunte nello schema seguente. Esse risultano tutte soddisfatte in quanto i coefficienti di sicurezza calcolati risultano maggiori di quelli limite imposti dalla normativa. I dettagli del calcolo delle azioni in baricentro fondazione per le varie combinazioni di carico sono riportati in allegato.

*Simbologia adottata*

*C* Identificativo della combinazione

*Tipo* Tipo combinazione

*Sisma* Combinazione sismica

$CS_{SCO}$  Coeff. di sicurezza allo scorrimento

$CS_{RIB}$  Coeff. di sicurezza al ribaltamento


$CS_{QLIM}$  Coeff. di sicurezza a carico limite

$CS_{STAB}$  Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b><math>CS_{SCO}</math></b>	<b><math>CS_{RIB}</math></b>	<b><math>CS_{qlim}</math></b>	<b><math>CS_{stab}</math></b>
1	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	2,39	--	3,81	--
2	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	2,34	--	3,86	--
3	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,59	--	1,20	--
4	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,56	--	1,21	--
5	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,38	--	--
6	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,26	--	--
7	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,38
8	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,37
9	A1-M1 - [2]	--	3,69	--	4,99	--
10	A1-M1 - [2]	--	3,55	--	5,00	--
11	A1-M1 - [2]	--	3,29	--	5,28	--
12	A1-M1 - [2]	--	3,15	--	5,28	--
13	A2-M2 - [2]	--	2,21	--	2,25	--
14	EQU - [2]	--	--	4,17	--	--
15	STAB - [2]	--	--	--	--	1,45
16	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	3,39	--	9,48	--
17	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	3,45	--	9,10	--
18	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2,22	--	3,53	--
19	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2,26	--	3,39	--
20	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	4,69	--	--
21	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	5,16	--	--
22	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,63
23	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,62
24	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	3,24	--	8,11	--
25	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	3,19	--	8,44	--
26	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2,08	--	3,01	--
27	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2,11	--	2,90	--
28	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	4,29	--	--
29	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	4,66	--	--
30	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,56
31	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,55

32	A1-M1 - [5]	--	5,05	--	8,45	--
33	A1-M1 - [5]	--	4,77	--	8,55	--
34	A1-M1 - [5]	--	4,24	--	9,49	--
35	A1-M1 - [5]	--	3,96	--	9,58	--
36	A2-M2 - [5]	--	3,09	--	4,18	--
37	EQU - [5]	--	--	6,66	--	--
38	STAB - [5]	--	--	--	--	1,81
39	SLEQ - [1]	--	4,65	--	9,83	--
40	SLEF - [1]	--	4,23	--	8,47	--
41	SLEF - [1]	--	3,42	--	7,51	--
42	SLER - [1]	--	3,09	--	5,57	--
43	SLER - [1]	--	3,19	--	6,17	--

APPROVATO SDP

	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI1100002000000200	REV. A00	FOGLIO 103 di 334
---	----------------------------	--	-------------	----------------------

### 12.3 Sollecitazioni sugli elementi strutturali

In tabella si riassumono le sollecitazioni significative agenti sulla fondazione all'attacco con l'elevazione del muro.

COMBINAZIONE	FONDAZIONE		
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	$T_{MAX}$ (kN/m)	N (kN/m)
SLU	25	32	0
RARA	17,2	-	0
FREQUENTE	15	-	0
QUASI PERMANENTE	3	-	0

Per l'equilibrio del nodo di attacco tra elevazione e fondazione, le sollecitazioni flessionali massime agenti sull'elevazione sono quelle riportate nella tabella stessa.

Quindi l'elemento prefabbricato in elevazione dovrà presentare caratteristiche meccaniche di resistenza tali da garantire almeno il momento resistente su riportato.

APPROVATO SDP



## 12.4 Verifiche strutturali

Si effettuano le verifiche per 2,50 m di sviluppo di fondazione.  
Le caratteristiche della sezione di fondazione resistente sono:

$$b = 250 \text{ cm}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$A_{\text{tesa\_superiore}} = 12 \Phi 12$$

$$A_{\text{comp\_inferiore}} = 12 \Phi 10$$

### 12.4.1 Verifica a flessione SLU

$$M_{S,d} = 25 \times 2,50 \text{ m} = 62,5 \text{ kNm}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

Titolo :		Tipo Sezione																																	
N° figure elementari 1 Zoom		N° strati barre 2 Zoom																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>b [cm]</th> <th>h [cm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>250</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>		N°	b [cm]	h [cm]	1	250	30	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>As [cm²]</th> <th>d [cm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>9,42</td> <td>5,5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>13,57</td> <td>24,3</td> </tr> </tbody> </table>		N°	As [cm²]	d [cm]	1	9,42	5,5	2	13,57	24,3																	
N°	b [cm]	h [cm]																																	
1	250	30																																	
N°	As [cm²]	d [cm]																																	
1	9,42	5,5																																	
2	13,57	24,3																																	
Sollecitazioni S.L.U. Metodo n		P.to applicazione N <input checked="" type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Baricentro cls <input type="radio"/> Coord.[cm] xN 0 yN 0																																	
<table border="1"> <tr> <td>N<sub>Ed</sub></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>kN</td> </tr> <tr> <td>M<sub>xEd</sub></td> <td>62,5</td> <td>0</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>M<sub>yEd</sub></td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> </tr> </table>		N <sub>Ed</sub>	0	0	kN	M <sub>xEd</sub>	62,5	0	kNm	M <sub>yEd</sub>	0	0		Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato																					
N <sub>Ed</sub>	0	0	kN																																
M <sub>xEd</sub>	62,5	0	kNm																																
M <sub>yEd</sub>	0	0																																	
<b>Materiali</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">B450C</th> <th colspan="2">C28/35</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ε<sub>su</sub></td> <td>67,5 ‰</td> <td>ε<sub>c2</sub></td> <td>2 ‰</td> </tr> <tr> <td>f<sub>yd</sub></td> <td>391,3 N/mm²</td> <td>ε<sub>cu</sub></td> <td>3,5 ‰</td> </tr> <tr> <td>E<sub>s</sub></td> <td>200.000 N/mm²</td> <td>f<sub>cd</sub></td> <td>15,87</td> </tr> <tr> <td>E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub></td> <td>15</td> <td>f<sub>cc</sub> / f<sub>cd</sub></td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>ε<sub>syd</sub></td> <td>1,957 ‰</td> <td>σ<sub>c,adm</sub></td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>σ<sub>s,adm</sub></td> <td>255 N/mm²</td> <td>τ<sub>co</sub></td> <td>0,6667</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>τ<sub>c1</sub></td> <td>1,971</td> </tr> </tbody> </table>		B450C		C28/35		ε <sub>su</sub>	67,5 ‰	ε <sub>c2</sub>	2 ‰	f <sub>yd</sub>	391,3 N/mm²	ε <sub>cu</sub>	3,5 ‰	E <sub>s</sub>	200.000 N/mm²	f <sub>cd</sub>	15,87	E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> / f <sub>cd</sub>	0,8	ε <sub>syd</sub>	1,957 ‰	σ <sub>c,adm</sub>	11	σ <sub>s,adm</sub>	255 N/mm²	τ <sub>co</sub>	0,6667			τ <sub>c1</sub>	1,971	Metodo di calcolo <input checked="" type="radio"/> S.L.U.+ <input type="radio"/> S.L.U.- <input type="radio"/> Metodo n	
B450C		C28/35																																	
ε <sub>su</sub>	67,5 ‰	ε <sub>c2</sub>	2 ‰																																
f <sub>yd</sub>	391,3 N/mm²	ε <sub>cu</sub>	3,5 ‰																																
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm²	f <sub>cd</sub>	15,87																																
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> / f <sub>cd</sub>	0,8																																
ε <sub>syd</sub>	1,957 ‰	σ <sub>c,adm</sub>	11																																
σ <sub>s,adm</sub>	255 N/mm²	τ <sub>co</sub>	0,6667																																
		τ <sub>c1</sub>	1,971																																
M <sub>xRd</sub> 138,8 kN m		Tipo flessione <input checked="" type="radio"/> Retta <input type="radio"/> Deviata																																	
σ <sub>c</sub> -15,87 N/mm² σ <sub>s</sub> 391,3 N/mm² ε <sub>c</sub> 3,5 ‰ ε <sub>s</sub> 26,92 ‰ d 24,3 cm x 2,795 x/d 0,115 δ 0,7		N° rett. 100 Calcola MRd Dominio M-N L <sub>o</sub> 0 cm Col. modello <input type="checkbox"/> Precompresso																																	

Essendo  $M_{R,d} = 62,5 \text{ kNm} > M_{S,d} = 138,8 \text{ kNm}$  la verifica risulta soddisfatta.

### 12.4.2 Verifica a taglio SLU

$$T_{S,d} = 32 \text{ kN/m}$$

$$M_{S,d} = 25 \text{ kNm/m}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

$V_{sdu}$	32	kN
$M_{sdu}$	25	kNm
$N_{sdu}$	0	kN
$R_{ck}$	35	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	28	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c$	1,5	
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$b_w$	100	cm
$d$	25,00	cm
$A_{sl}$	5,43	cm <sup>2</sup>
$c$	5,00	cm
$\alpha$	90	gradi
$\alpha$	1,57	rad
$\theta$	21,80	gradi
$\text{ctg}\theta$	2,50	
$\theta_{\text{imposto}}$	-	gradi
$A_{sw}$	0	cm <sup>2</sup>
passo staffe	40	cm
$f_{cd}$	15,867	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctd_{0,05}}$	1,240	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391,304	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{cp}$	0,0000	N/mm <sup>2</sup>
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
$V_{Rd}$	103,738	kN

APPROVATO SDP

La verifica risulta soddisfatta senza armatura a taglio.

### 12.4.3 Verifica alle tensioni di esercizio SLE

Le verifiche a flessione vengono eseguite controllando che i valori delle tensioni ottenuti nell'acciaio e nel calcestruzzo calcolati per le combinazioni di carico SLE (rara), SLE (quasi permanente) rientrino all'interno dei valori limite relativi ai materiali utilizzati.

Combinazione SLE – rara

$$M_{SLE,RARA} = 17,2 \times 2,50 \text{ m} = 43 \text{ kNm}$$

Titolo :			Tipo Sezione		
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom			N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom		
N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	250	30	1	9,42	5,5
			2	13,57	24,3

Sollecitazioni		P.to applicazione N	
S.L.U.	Metodo n	<input checked="" type="radio"/> Centro	<input type="radio"/> Baricentro cls
N <sub>Ed</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN	<input type="radio"/> Coord.[cm]	xN <input type="text" value="0"/>
M <sub>xEd</sub> <input type="text" value="0"/>	43 kNm		yN <input type="text" value="0"/>
M <sub>yEd</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		

Materiali		Metodo di calcolo	
<input type="text" value="B450C"/>	<input type="text" value="C28/35"/>	<input checked="" type="radio"/> S.L.U.+	<input type="radio"/> S.L.U.-
<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> Metodo n			
ε <sub>su</sub> <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε <sub>c2</sub> <input type="text" value="2"/> ‰	σ <sub>c</sub> <input type="text" value="-2.769"/> N/mm <sup>2</sup>	
f <sub>yd</sub> <input type="text" value="391.3"/> N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub> <input type="text" value="3.5"/> ‰	σ <sub>s</sub> <input type="text" value="141.1"/> N/mm <sup>2</sup>	
E <sub>s</sub> <input type="text" value="200.000"/> N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> <input type="text" value="15.87"/>	ε <sub>s</sub> <input type="text" value="0.7056"/> ‰	
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> <input type="text" value="15"/>	f <sub>cc</sub> / f <sub>cd</sub> <input type="text" value="0.0"/> ?	d <input type="text" value="24.3"/> cm	
ε <sub>syd</sub> <input type="text" value="1.957"/> ‰	σ <sub>c,adm</sub> <input type="text" value="11"/>	x <input type="text" value="5.526"/> x/d <input type="text" value="0.2274"/>	
σ <sub>s,adm</sub> <input type="text" value="255"/> N/mm <sup>2</sup>	τ <sub>co</sub> <input type="text" value="0.6667"/>	δ <input type="text" value="0.7243"/>	
	τ <sub>cl</sub> <input type="text" value="1.971"/>		

Verifica  N° iterazioni:

Precompresso

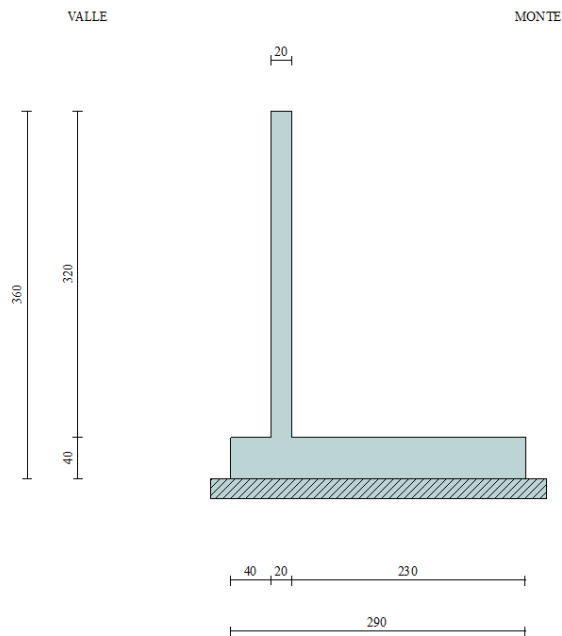
Poiché i valori di  $\sigma_c$  e  $\sigma_s$  con la combinazione più gravosa (rara) rispettano anche i limiti tensionali prescritti per la combinazione meno gravosa (quasi – permanente) e quindi più restrittivi, le verifiche per entrambe le condizioni sono soddisfatte.

### 12.4.4 Verifica a fessurazione SLE

Il tasso di lavoro dell'acciaio nella combinazione rara risulta inferiore a 200 MPa, di conseguenza lo è anche nelle condizioni frequente e quasi permanente con cui si deve effettuare la verifica a fessurazione. Di conseguenza la verifica a fessurazione risulta soddisfatta per quanto contenuto nella tabella C.4.1.II delle Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche delle Costruzioni del D.M. 14 gennaio 2008.

## 13. MURO DI SOSTEGNO CON $H = 3.2$ M - A

### 13.1 Geometria del muro



Le principali caratteristiche geometriche adottate nelle successive calcolazioni risultano:

H elevazione = 320 cm

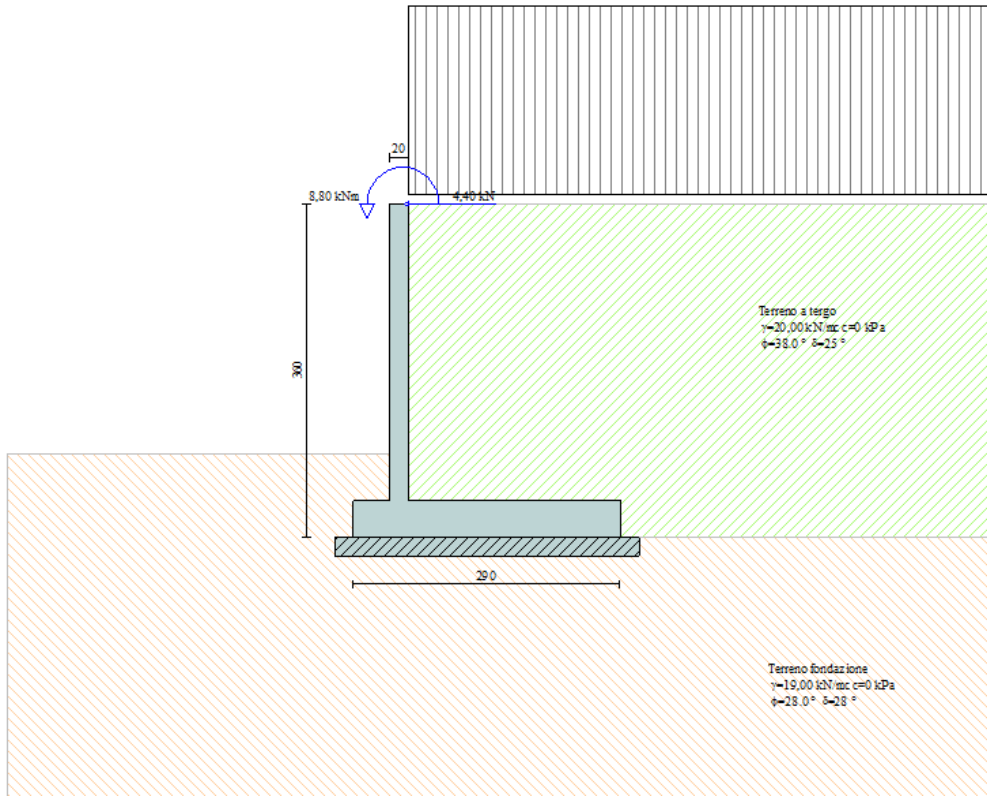
L<sub>tot</sub> fondazione = 290 cm

Sp fondazione = 40 cm

L fondazione di monte = 40 cm

APPROVATO SDP

Di seguito la figura del modello di calcolo realizzato:



APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



## 13.2 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche del muro vengono riassunte nello schema seguente. Esse risultano tutte soddisfatte in quanto i coefficienti di sicurezza calcolati risultano maggiori di quelli limite imposti dalla normativa. I dettagli del calcolo delle azioni in baricentro fondazione per le varie combinazioni di carico sono riportati in allegato.

*Simbologia adottata*

*C* Identificativo della combinazione

*Tipo* Tipo combinazione

*Sisma* Combinazione sismica

$CS_{SCO}$  Coeff. di sicurezza allo scorrimento

$CS_{RIB}$  Coeff. di sicurezza al ribaltamento

$CS_{QLIM}$  Coeff. di sicurezza a carico limite

$CS_{STAB}$  Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b><math>CS_{SCO}</math></b>	<b><math>CS_{RIB}</math></b>	<b><math>CS_{QLIM}</math></b>	<b><math>CS_{STAB}</math></b>
1	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	2,15	--	2,50	--
2	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	2,10	--	2,58	--
3	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,43	--	1,05	--
4	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,40	--	1,08	--
5	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,30	--	--
6	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,05	--	--
7	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,44
8	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,43
9	A1-M1 - [2]	--	3,41	--	2,95	--
10	A1-M1 - [2]	--	3,28	--	2,97	--
11	A1-M1 - [2]	--	2,96	--	3,21	--
12	A1-M1 - [2]	--	2,83	--	3,24	--
13	A2-M2 - [2]	--	2,04	--	1,64	--
14	EQU - [2]	--	--	4,96	--	--
15	STAB - [2]	--	--	--	--	1,57
16	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2,62	--	4,22	--
17	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2,68	--	4,04	--
18	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1,75	--	1,87	--
19	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1,78	--	1,80	--
20	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	4,48	--	--
21	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	5,02	--	--
22	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,67
23	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,65
24	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2,58	--	3,73	--
25	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2,53	--	3,89	--
26	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,68	--	1,71	--
27	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1,71	--	1,64	--
28	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	4,25	--	--
29	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	4,72	--	--
30	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,61

31	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,59
32	A1-M1 - [5]	--	4,32	--	4,18	--
33	A1-M1 - [5]	--	4,11	--	4,25	--
34	A1-M1 - [5]	--	3,60	--	4,78	--
35	A1-M1 - [5]	--	3,38	--	4,85	--
36	A2-M2 - [5]	--	2,64	--	2,60	--
37	EQU - [5]	--	--	7,17	--	--
38	STAB - [5]	--	--	--	--	1,93
39	SLEQ - [1]	--	4,09	--	5,07	--
40	SLEF - [1]	--	3,81	--	4,61	--
41	SLEF - [1]	--	3,54	--	4,70	--
42	SLER - [1]	--	3,14	--	3,71	--
43	SLER - [1]	--	3,26	--	4,03	--

APPROVATO SDP

### 13.3 Sollecitazioni sugli elementi strutturali

In tabella si riassumono le sollecitazioni significative agenti sulla fondazione all'attacco con l'elevazione del muro.

COMBINAZIONE	FONDAZIONE		
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	$T_{MAX}$ (kN/m)	N (kN/m)
SLU	60,1	50	0
RARA	25,2	-	0
FREQUENTE	19,8	-	0
QUASI PERMANENTE	4,0	-	0

Per l'equilibrio del nodo di attacco tra elevazione e fondazione, le sollecitazioni flessionali massime agenti sull'elevazione sono quelle riportate nella tabella stessa.

Quindi l'elemento prefabbricato in elevazione dovrà presentare caratteristiche meccaniche di resistenza tali da garantire almeno il momento resistente su riportato.

Si riportano inoltre le sollecitazioni per la sezione di minore armatura, posta alla distanza di 1,60 m dallo spigolo di monte della fondazione.

COMBINAZIONE	FONDAZIONE	
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	N (kN/m)
SLU	36,7	0
RARA	14,7	0
FREQUENTE	11,8	0
QUASI PERMANENTE	2,7	0

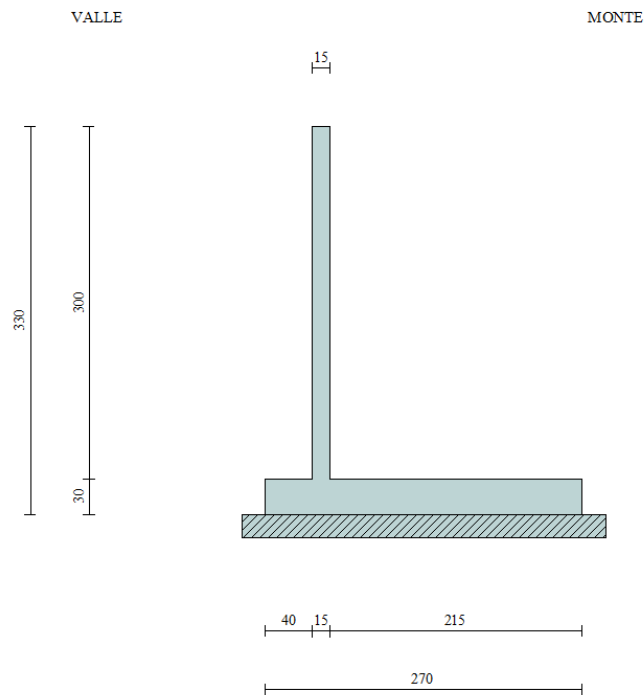
La fondazione risulta identica a quella utilizzata per H=4,0 m in ghiaia sia come carpenteria che come armatura.

Le sollecitazioni sono lievemente inferiori rispetto a quella in ghiaia, di conseguenza le verifiche strutturali risultano soddisfatte per quanto contenuto nel paragrafo precedente sulla H=4,0 m in ghiaia.



## 14. MURO DI SOSTEGNO CON H = 3.0 M - A

### 14.1 Geometria del muro



Le principali caratteristiche geometriche adottate nelle successive calcolazioni risultano:

H elevazione = 300 cm

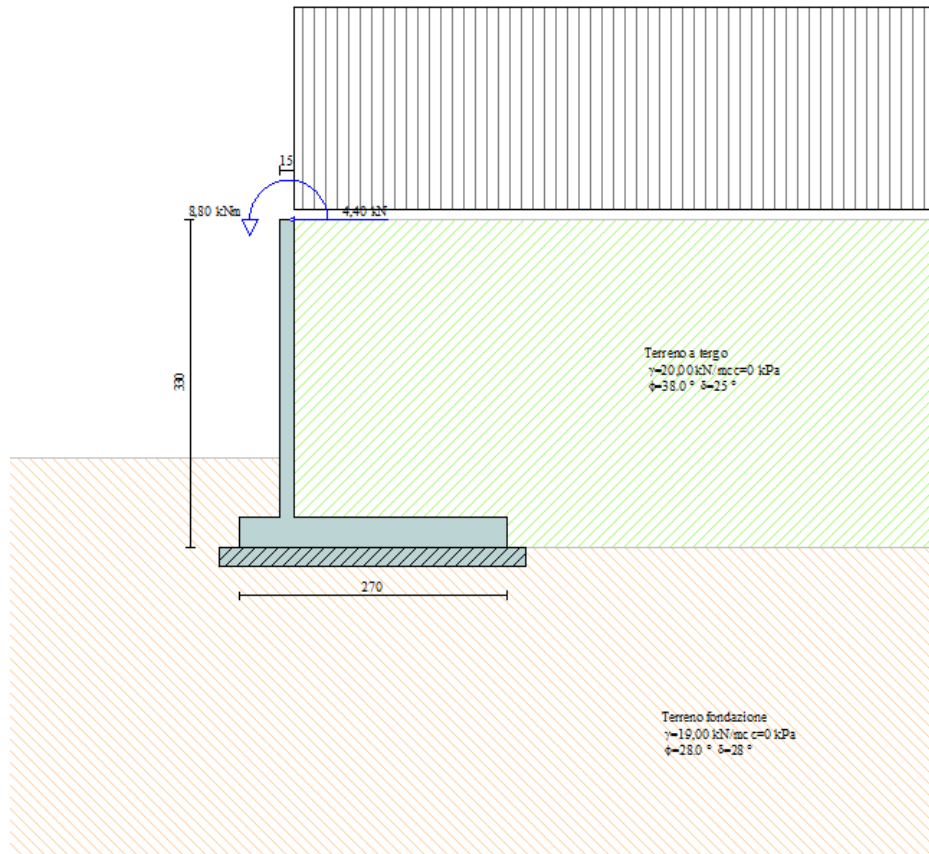
L<sub>tot</sub> fondazione = 270 cm

Sp fondazione = 30 cm

L fondazione di monte = 40 cm

APPROVATO SDP

Di seguito la figura del modello di calcolo realizzato:



APPROVATO SDP

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



## 14.2 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche del muro vengono riassunte nello schema seguente. Esse risultano tutte soddisfatte in quanto i coefficienti di sicurezza calcolati risultano maggiori di quelli limite imposti dalla normativa. I dettagli del calcolo delle azioni in baricentro fondazione per le varie combinazioni di carico sono riportati in allegato.

### Simbologia adottata

*C* Identificativo della combinazione

*Tipo* Tipo combinazione

*Sisma* Combinazione sismica

$CS_{SCO}$  Coeff. di sicurezza allo scorrimento

$CS_{RIB}$  Coeff. di sicurezza al ribaltamento

$CS_{QLIM}$  Coeff. di sicurezza a carico limite

$CS_{STAB}$  Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b><math>CS_{SCO}</math></b>	<b><math>CS_{RIB}</math></b>	<b><math>CS_{QLIM}</math></b>	<b><math>CS_{STAB}</math></b>
1	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	2,12	--	2,58	--
2	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	2,07	--	2,66	--
3	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,41	--	1,09	--
4	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,38	--	1,13	--
5	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,23	--	--
6	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,99	--	--
7	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,47
8	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,46
9	A1-M1 - [2]	--	3,38	--	3,06	--
10	A1-M1 - [2]	--	3,27	--	3,08	--
11	A1-M1 - [2]	--	2,93	--	3,33	--
12	A1-M1 - [2]	--	2,82	--	3,35	--
13	A2-M2 - [2]	--	2,03	--	1,73	--
14	EQU - [2]	--	--	4,99	--	--
15	STAB - [2]	--	--	--	--	1,60
16	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2,63	--	4,58	--
17	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2,69	--	4,39	--
18	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1,75	--	2,05	--
19	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1,78	--	1,97	--
20	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	4,57	--	--
21	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	5,13	--	--
22	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,73
23	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,72
24	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2,58	--	4,02	--
25	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2,52	--	4,19	--
26	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,68	--	1,85	--
27	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1,71	--	1,78	--
28	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	4,32	--	--
29	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	4,81	--	--
30	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,66

31	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,65
32	A1-M1 - [5]	--	4,34	--	4,45	--
33	A1-M1 - [5]	--	4,16	--	4,51	--
34	A1-M1 - [5]	--	3,57	--	5,11	--
35	A1-M1 - [5]	--	3,39	--	5,17	--
36	A2-M2 - [5]	--	2,65	--	2,78	--
37	EQU - [5]	--	--	7,34	--	--
38	STAB - [5]	--	--	--	--	2,01
39	SLEQ - [1]	--	4,08	--	5,37	--
40	SLEF - [1]	--	3,80	--	4,84	--
41	SLEF - [1]	--	3,45	--	4,91	--
42	SLER - [1]	--	3,07	--	3,82	--
43	SLER - [1]	--	3,18	--	4,17	--

APPROVATO SDP

### 14.3 Sollecitazioni sugli elementi strutturali

In tabella si riassumono le sollecitazioni significative agenti sulla fondazione all'attacco con l'elevazione del muro.

COMBINAZIONE	FONDAZIONE		
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	$T_{MAX}$ (kN/m)	N (kN/m)
SLU	51	47	0
RARA	23,3	-	0
FREQUENTE	18,9	-	0
QUASI PERMANENTE	4	-	0

Per l'equilibrio del nodo di attacco tra elevazione e fondazione, le sollecitazioni flessionali massime agenti sull'elevazione sono quelle riportate nella tabella stessa.

Quindi l'elemento prefabbricato in elevazione dovrà presentare caratteristiche meccaniche di resistenza tali da garantire almeno il momento resistente su riportato.

Si riportano inoltre le sollecitazioni per la sezione di minore armatura, posta alla distanza di 1,15 m dallo spigolo di monte della fondazione.

COMBINAZIONE	FONDAZIONE	
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	N (kN/m)
SLU	24,3	0
RARA	10,5	0
FREQUENTE	8,7	0
QUASI PERMANENTE	2,2	0

APPROVATO SDP



### 14.4.2 Verifica a taglio SLU

$$T_{S,d} = 47 \text{ kN/m}$$

$$M_{S,d} = 51 \text{ kNm/m}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

$V_{sdu}$	47	kN
$M_{sdu}$	51	kNm
$N_{sdu}$	0	kN
$R_{ck}$	35	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	28	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c$	1,5	
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$b_w$	100	cm
$d$	25,00	cm
$A_{sl}$	7,39	cm <sup>2</sup>
$c$	5,00	cm
$\alpha$	90	gradi
$\alpha$	1,57	rad
$\theta$	21,80	gradi
$\text{ctg}\theta$	2,50	
$\theta_{\text{imposto}}$	-	gradi
$A_{sw}$	0	cm <sup>2</sup>
passo staffe	40	cm
$f_{cd}$	15,867	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctd_{0,05}}$	1,240	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391,304	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{cp}$	0,0000	N/mm <sup>2</sup>
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
$V_{Rd}$	114,962	kN

La verifica risulta soddisfatta senza armatura a taglio.

APPROVATO SDP

### 14.4.3 Verifica alle tensioni di esercizio SLE

Le verifiche a flessione vengono eseguite controllando che i valori delle tensioni ottenuti nell'acciaio e nel calcestruzzo calcolati per le combinazioni di carico SLE (rara), SLE (quasi permanente) rientrino all'interno dei valori limite relativi ai materiali utilizzati.

Combinazione SLE – rara

$$M_{SLE,RARA} = 23,3 \times 2,50 \text{ m} = 58,3 \text{ kNm}$$

Titolo :			Tipo Sezione		
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom			N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom		
N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	250	30	1	9,42	5,6
			2	18,47	24,2

Sollecitazioni		P.to applicazione N	
S.L.U.	Metodo n	<input checked="" type="radio"/> Centro	<input type="radio"/> Baricentro cls
N <sub>Ed</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN	<input type="radio"/> Coord.[cm]	xN <input type="text" value="0"/>
M <sub>xEd</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="69"/> kNm		yN <input type="text" value="0"/>
M <sub>yEd</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		

Materiali			
B450C		C28/35	
ε <sub>su</sub> <input type="text" value="67.5"/> %	ε <sub>c2</sub> <input type="text" value="2"/> %	σ <sub>c</sub> <input type="text" value="-3.932"/> N/mm²	
f <sub>yd</sub> <input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε <sub>cu</sub> <input type="text" value="3.5"/>	σ <sub>s</sub> <input type="text" value="169.4"/> N/mm²	
E <sub>s</sub> <input type="text" value="200.000"/> N/mm²	f <sub>cd</sub> <input type="text" value="15.87"/>	ε <sub>s</sub> <input type="text" value="0.847"/> %	
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> <input type="text" value="15"/>	f <sub>cc</sub> / f <sub>cd</sub> <input type="text" value="0.8"/> ?	d <input type="text" value="24.2"/> cm	
ε <sub>syd</sub> <input type="text" value="1.957"/> %	σ <sub>c,adm</sub> <input type="text" value="11"/>	x <input type="text" value="6.249"/> x/d <input type="text" value="0.2582"/>	
σ <sub>s,adm</sub> <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ <sub>co</sub> <input type="text" value="0.6667"/>	δ <input type="text" value="0.7628"/>	
	τ <sub>c1</sub> <input type="text" value="1.971"/>		

Metodo di calcolo	
<input type="radio"/> S.L.U.+	<input type="radio"/> S.L.U.-
<input checked="" type="radio"/> Metodo n	

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

Poiché i valori di  $\sigma_c$  e  $\sigma_s$  con la combinazione più gravosa (rara) rispettano anche i limiti tensionali prescritti per la combinazione meno gravosa (quasi – permanente) e quindi più restrittivi, le verifiche per entrambe le condizioni sono soddisfatte.

### 14.4.4 Verifica a fessurazione SLE

Il tasso di lavoro dell'acciaio nella combinazione rara risulta inferiore a 200 MPa, di conseguenza lo è anche nelle condizioni frequente e quasi permanente con cui si deve effettuare la verifica a fessurazione. Di conseguenza la verifica a fessurazione risulta soddisfatta per quanto contenuto nella tabella C.4.1.I delle Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche delle Costruzioni del D.M. 14 gennaio 2008.





### 14.4.6 Verifica alle tensioni di esercizio SLE

Le verifiche a flessione vengono eseguite controllando che i valori delle tensioni ottenuti nell'acciaio e nel calcestruzzo calcolati per le combinazioni di carico SLE (rara), SLE (quasi permanente) rientrino all'interno dei valori limite relativi ai materiali utilizzati.

Combinazione SLE – rara

$$M_{SLE,RARA} = 10,5 \times 2,50 \text{ m} = 26,3 \text{ kNm}$$

Titolo :			Tipo Sezione		
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom			N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom		
N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	250	30	1	9,42	5,6
			2	9,24	24,2

Sollecitazioni		P.to applicazione N	
S.L.U.	Metodo n	<input checked="" type="radio"/> Centro	<input type="radio"/> Baricentro cls
N <sub>Ed</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN	<input type="radio"/> Coord.[cm]	xN <input type="text" value="0"/>
M <sub>xEd</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="31"/> kNm		yN <input type="text" value="0"/>
M <sub>yEd</sub> <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>		

Materiali		Metodo di calcolo	
B450C	C28/35	<input checked="" type="radio"/> S.L.U.+	<input type="radio"/> S.L.U.-
$\epsilon_{su}$ <input type="text" value="67.5"/> ‰	$\epsilon_{c2}$ <input type="text" value="2"/> ‰	<input type="radio"/> Metodo n	
$f_{yd}$ <input type="text" value="391.3"/> N/mm²	$\epsilon_{cu}$ <input type="text" value="3.5"/> ‰		
$E_s$ <input type="text" value="200.000"/> N/mm²	$f_{cd}$ <input type="text" value="15.87"/>		
$E_s/E_c$ <input type="text" value="15"/>	$f_{cc}/f_{cd}$ <input type="text" value="0.8"/> ?		
$\epsilon_{syd}$ <input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="11"/>		
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm²	$\tau_{co}$ <input type="text" value="0.6667"/>		
	$\tau_{c1}$ <input type="text" value="1.971"/>		

$\sigma_c$	<input type="text" value="-2.394"/> N/mm²
$\sigma_s$	<input type="text" value="147.2"/> N/mm²
$\epsilon_s$	<input type="text" value="0.7358"/> ‰
d	<input type="text" value="24.2"/> cm
x	<input type="text" value="4.747"/>
x/d	<input type="text" value="0.1962"/>
$\delta$	<input type="text" value="0.7"/>

Verifica  N° iterazioni:

Precompresso

Poiché i valori di  $\sigma_c$  e  $\sigma_s$  con la combinazione più gravosa (rara) rispettano anche i limiti tensionali prescritti per la combinazione meno gravosa (quasi – permanente) e quindi più restrittivi, le verifiche per entrambe le condizioni sono soddisfatte.

### 14.4.7 Verifica a fessurazione SLE

Il tasso di lavoro delle barre tese nella combinazione rara rispetta anche i limiti tensionali per il controllo della fessurazione contenuti nella tabella C4.1.II delle istruzioni di NTC 2008.

Di conseguenza la verifica a fessurazione risulta soddisfatta sia per la combinazione frequente che quasi permanente.



Doc. N.  
65968-00002-A00

CODIFICA DOCUMENTO  
04RCEI1100002000000200

REV.  
A00

FOGLIO  
122 di 334

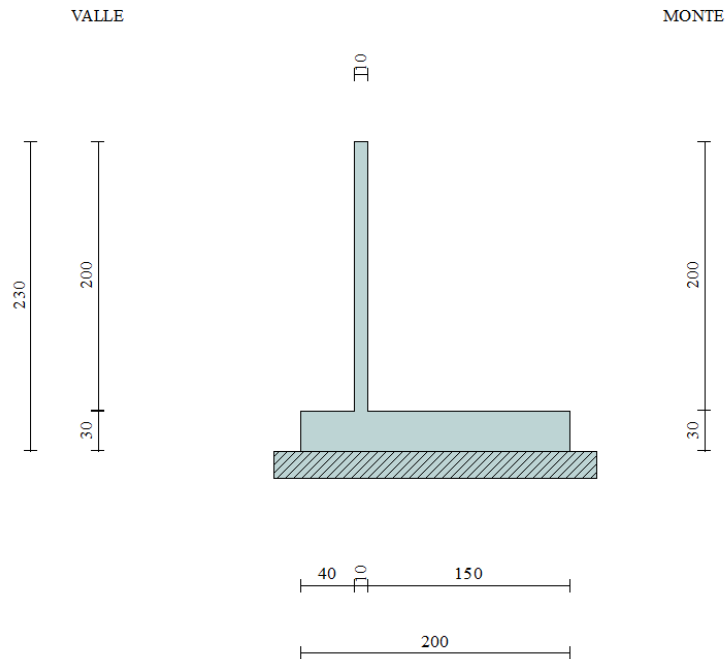
APPROVATO SDP

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



## 15. MURO DI SOSTEGNO CON $H = 2.0$ M - A

### 15.1 Geometria del muro



Le principali caratteristiche geometriche adottate nelle successive calcolazioni risultano:

H elevazione = 200 cm

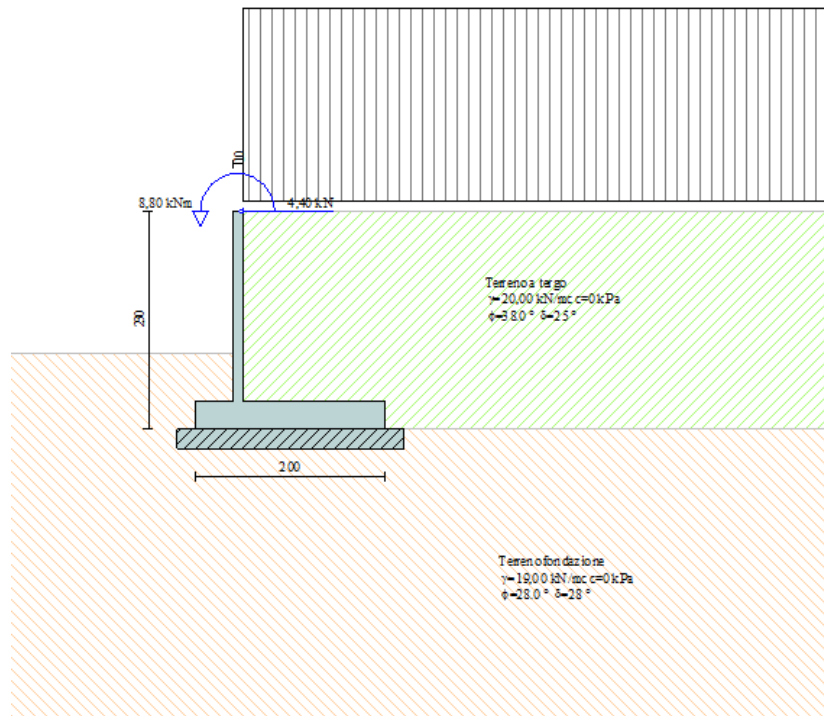
L<sub>tot</sub> fondazione = 200 cm

Sp fondazione = 30 cm

L fondazione di monte = 40 cm

APPROVATO SDP

Di seguito la figura del modello di calcolo realizzato:



APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



## 15.2 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche del muro vengono riassunte nello schema seguente. Esse risultano tutte soddisfatte in quanto i coefficienti di sicurezza calcolati risultano maggiori di quelli limite imposti dalla normativa. I dettagli del calcolo delle azioni in baricentro fondazione per le varie combinazioni di carico sono riportati in allegato.

### Simbologia adottata

*C* Identificativo della combinazione

*Tipo* Tipo combinazione

*Sisma* Combinazione sismica

$CS_{SCO}$  Coeff. di sicurezza allo scorrimento

$CS_{RIB}$  Coeff. di sicurezza al ribaltamento

$CS_{QLIM}$  Coeff. di sicurezza a carico limite

$CS_{STAB}$  Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b><math>CS_{SCO}</math></b>	<b><math>CS_{RIB}</math></b>	<b><math>CS_{QLIM}</math></b>	<b><math>CS_{STAB}</math></b>
1	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,96	--	2,60	--
2	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,91	--	2,65	--
3	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,31	--	1,11	--
4	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,28	--	1,13	--
5	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,79	--	--
6	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,59	--	--
7	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,54
8	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,53
9	A1-M1 - [2]	--	3,26	--	3,24	--
10	A1-M1 - [2]	--	3,15	--	3,27	--
11	A1-M1 - [2]	--	2,89	--	3,48	--
12	A1-M1 - [2]	--	2,77	--	3,50	--
13	A2-M2 - [2]	--	1,95	--	1,91	--
14	EQU - [2]	--	--	5,13	--	--
15	STAB - [2]	--	--	--	--	1,67
16	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2,70	--	5,88	--
17	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2,76	--	5,64	--
18	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1,80	--	2,70	--
19	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1,84	--	2,59	--
20	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	5,03	--	--
21	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	5,73	--	--
22	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,98
23	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,96
24	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2,61	--	5,02	--
25	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2,55	--	5,23	--
26	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,69	--	2,36	--
27	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1,73	--	2,27	--
28	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	4,64	--	--
29	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	5,22	--	--
30	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,85

31	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,83
32	A1-M1 - [5]	--	4,52	--	5,35	--
33	A1-M1 - [5]	--	4,28	--	5,46	--
34	A1-M1 - [5]	--	3,76	--	6,11	--
35	A1-M1 - [5]	--	3,53	--	6,25	--
36	A2-M2 - [5]	--	2,76	--	3,41	--
37	EQU - [5]	--	--	8,22	--	--
38	STAB - [5]	--	--	--	--	2,35
39	SLEQ - [1]	--	4,15	--	6,26	--
40	SLEF - [1]	--	3,76	--	5,44	--
41	SLEF - [1]	--	3,05	--	5,03	--
42	SLER - [1]	--	2,73	--	3,82	--
43	SLER - [1]	--	2,83	--	4,20	--

APPROVATO SDP

### 15.3 Sollecitazioni sugli elementi strutturali

In tabella si riassumono le sollecitazioni significative agenti sulla fondazione all'attacco con l'elevazione del muro.

COMBINAZIONE	FONDAZIONE		
	$M_{MAX}$ (kNm/m)	$T_{MAX}$ (kN/m)	N (kN/m)
SLU	27	29,1	0
RARA	16,6	-	0
FREQUENTE	14,9	-	0
QUASI PERMANENTE	2	-	0

Per l'equilibrio del nodo di attacco tra elevazione e fondazione, le sollecitazioni flessionali massime agenti sull'elevazione sono quelle riportate nella tabella stessa.

Quindi l'elemento prefabbricato in elevazione dovrà presentare caratteristiche meccaniche di resistenza tali da garantire almeno il momento resistente su riportato.

### 15.4 Verifiche strutturali

Si effettuano le verifiche per 2,50 m di sviluppo di fondazione.

Le caratteristiche della sezione di fondazione resistente sono:

$$b = 250 \text{ cm}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$A_{\text{tesa\_superiore}} = 12 \Phi 12$$

$$A_{\text{comp\_inferiore}} = 12 \Phi 10$$

#### 15.4.1 Verifica a flessione SLU

$$M_{S,d} = 27 \times 2,50 \text{ m} = 67,5 \text{ kNm}$$

$$N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$$

APPROVATO SDP



**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	250	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	9,42	5,5
2	13,57	24,3

**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

**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

Precompresso

**Materiali**

B450C		C28/35	
ε <sub>su</sub>	<input type="text" value="67,5"/> ‰	ε <sub>c2</sub>	<input type="text" value="2"/> ‰
f <sub>yd</sub>	<input type="text" value="391,3"/> N/mm²	ε <sub>cu</sub>	<input type="text" value="3,5"/> ‰
E <sub>s</sub>	<input type="text" value="200.000"/> N/mm²	f <sub>cd</sub>	<input type="text" value="15,67"/> N/mm²
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	<input type="text" value="15"/>	f <sub>cc</sub> / f <sub>cd</sub>	<input type="text" value="0,8"/> ?
ε <sub>syd</sub>	<input type="text" value="1,957"/> ‰	σ <sub>c,adm</sub>	<input type="text" value="11"/> N/mm²
σ <sub>s,adm</sub>	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ <sub>co</sub>	<input type="text" value="0,6667"/>
		τ <sub>c1</sub>	<input type="text" value="1,971"/>

M<sub>xRd</sub>  kNm

σ<sub>c</sub>  N/mm²

σ<sub>s</sub>  N/mm²

ε<sub>c</sub>  ‰

ε<sub>s</sub>  ‰

d  cm

x     x/d

δ

Essendo  $M_{R,d} = 67,5 \text{ kNm} > M_{S,d} = 138,8 \text{ kNm}$  la verifica risulta soddisfatta.

### 15.4.2 Verifica a taglio SLU

$T_{S,d} = 29,1 \text{ kN/m}$   
 $M_{S,d} = 27 \text{ kNm/m}$   
 $N_{S,d} = 0 \text{ kN/m}$

V <sub>sdu</sub>	29,1	kN
M <sub>sdu</sub>	27	kNm
N <sub>sdu</sub>	0	kN
R <sub>ck</sub>	35	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ck</sub>	28	N/mm <sup>2</sup>
γ <sub>e</sub>	1,5	
f <sub>yk</sub>	450	N/mm <sup>2</sup>
bw	100	cm
d	25,00	cm
Asl	5,43	cm <sup>2</sup>
c	5,00	cm

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA

$\alpha$	90	gradi
$\alpha$	1,57	rad
$\theta$	21,80	gradi
$\text{ctg}\theta$	2,50	
$\theta_{\text{imposto}}$	-	gradi
Asw	0	cm <sup>2</sup>
passo staffe	40	cm
$f_{cd}$	15,867	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctd_{0,05}}$	1,240	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391,304	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{cp}$	0,0000	N/mm <sup>2</sup>
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
$V_{Rd}$	103,738	kN

La verifica risulta soddisfatta senza armatura a taglio.

APPROVATO SDP

### 15.4.3 Verifica alle tensioni di esercizio SLE

Le verifiche a flessione vengono eseguite controllando che i valori delle tensioni ottenuti nell'acciaio e nel calcestruzzo calcolati per le combinazioni di carico SLE (rara), SLE (quasi permanente) rientrino all'interno dei valori limite relativi ai materiali utilizzati.

Combinazione SLE – rara

$$M_{SLE,RARA} = 16,6 \times 2,50 \text{ m} = 41,5 \text{ kNm}$$

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	250	30	1	9,42	5,5
			2	13,57	24,3

S.L.U.		Metodo n	
N <sub>Ed</sub>	0	0	kN
M <sub>xEd</sub>	0	43	kNm
M <sub>yEd</sub>	0	0	

B450C		C28/35	
ε <sub>su</sub>	67,5 ‰	ε <sub>c2</sub>	2 ‰
f <sub>yd</sub>	391,3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub>	3,5 ‰
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub>	15,87
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	0,0
ε <sub>syd</sub>	1,957 ‰	σ <sub>c,adm</sub>	11
σ <sub>s,adm</sub>	255 N/mm <sup>2</sup>	τ <sub>co</sub>	0,6667
		τ <sub>cl</sub>	1,971

σ <sub>c</sub>	-2,769	N/mm <sup>2</sup>	
σ <sub>s</sub>	141,1	N/mm <sup>2</sup>	
ε <sub>s</sub>	0,7056	‰	
d	24,3	cm	
x	5,526	x/d	0,2274
		δ	0,7243

Verifica

N° iterazioni: 5

Precompresso

Poiché i valori di  $\sigma_c$  e  $\sigma_s$  con la combinazione più gravosa (rara) rispettano anche i limiti tensionali prescritti per la combinazione meno gravosa (quasi – permanente) e quindi più restrittivi, le verifiche per entrambe le condizioni sono soddisfatte.

### 15.4.4 Verifica a fessurazione SLE

Il tasso di lavoro dell'acciaio nella combinazione rara risulta inferiore a 200 MPa, di conseguenza lo è anche nelle condizioni frequente e quasi permanente con cui si deve effettuare la verifica a fessurazione. Di conseguenza la verifica a fessurazione risulta soddisfatta per quanto contenuto nella tabella C4.1.II delle Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche delle Costruzioni del D.M. 14 gennaio 2008.

## 16. ALLEGATI – OUTPUT SOFTWARE DI CALCOLO

### Muro con altezza in elevazione pari a 8,0 m

N.T.C. 2008 - Approccio 1

#### Simbologia adottata

$\gamma_{Gs\text{fav}}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{G\text{fav}}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qs\text{fav}}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Q\text{fav}}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{\tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_{\gamma}$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G\text{fav}}$	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gs\text{fav}}$	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q\text{fav}}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qs\text{fav}}$	1,50	1,30	1,50	1,50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1,00	1,00	1,00	1,00

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G\text{fav}}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gs\text{fav}}$	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q\text{fav}}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qs\text{fav}}$	1,00	1,00	1,00	1,50

Società di Progetto  
Brebemi SpA



Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1,00	1,00	1,00	1,00

**FONDAZIONE SUPERFICIALE**
**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	

## Geometria muro e fondazione

## Descrizione


**Muro a mensola in c.a.**

Altezza del paramento	8,00 [m]
Spessore in sommità	0,40 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,40 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	1,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,40 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	4,30 [m]
Lunghezza totale fondazione	5,10 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,80 [m]
Spessore magrone	0,20 [m]

APPROVATO SDP

	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI100002000000200	REV. A00	FOGLIO 133 di 334
---	----------------------------	---	-------------	----------------------

## Materiali utilizzati per la struttura

### *Calcestruzzo*

Peso specifico	24,517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	Rck 250
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	24517 [kPa]
Modulo elastico E	27910659 [kPa]

### *Acciaio*

Tipo	FeB44K
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	431499 [kPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### *Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(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	Y	A
1	30,00	0,00	0,00

APPROVATO SDP

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,00	[m]

## Descrizione terreni

### *Simbologia adottata*

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



$\gamma_s$	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]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	$c$	$c_a$
Terreno a tergo	20,00	20,00	38.00	25.00	0,0	0,0
Terreno fondazione	20,00	20,00	35.00	35.00	0,0	0,0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

$N$	Indice dello strato
$H$	Spessore dello strato espresso in [m]
$a$	Inclinazione espressa in [°]
$K_w$	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
$K_s$	Coefficiente di spinta
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	8,80	0,00	3,76	0,00	Terreno a tergo
2	6,00	0,00	2,99	0,00	Terreno fondazione

APPROVATO SDP

## Condizioni di carico

### *Simbologia e convenzioni di segno adottate*

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/m]

$Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN/m]

$D/C$  Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (Traffico)

D Profilo  $X_i=0,00$   $X_f=30,00$   $Q_i=20,0000$   $Q_f=20,0000$

### Condizione n° 2 (Vento)

C Paramento  $X=-0,20$   $Y=0,00$   $F_x=4,4000$   $F_y=0,0000$   $M=8,8000$

APPROVATO SDP



## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Traffico	SFAV	1,00	1,00	1,00
Vento	SFAV	1,00	1,00	1,00

### Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Traffico	SFAV	1,00	1,00	1,00
Vento	SFAV	1,00	1,00	1,00

### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Traffico	SFAV	1,00	1,00	1,00
Vento	SFAV	1,00	1,00	1,00

### Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Traffico	SFAV	1,00	1,00	1,00
Vento	SFAV	1,00	1,00	1,00

### Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Traffico	SFAV	1,00	1,00	1,00
Vento	SFAV	1,00	1,00	1,00

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	1.00	1.00
Vento	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	1.00	1.00
Vento	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	1.00	1.00
Vento	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1.00	1,30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1.00	1,30
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$

APPROVATO SDP

Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 13 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 14 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10
Traffico	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 16 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 17 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00

APPROVATO SDR

Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
----------------	------	------	------	------

Combinazione n° 20 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 21 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 22 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 23 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 24 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 25 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 26 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 27 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

APPROVATO SDP

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 28 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 29 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 30 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 31 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 32 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1.00	1,30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 33 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,30	1.00	1,30
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 34 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
--	-----	----------	--------	-----------------

APPROVATO SDP

Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 35 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 36 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 37 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10

Combinazione n° 38 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 39 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 40 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 41 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Vento	SFAV	1.00	1.00	1.00

APPROVATO SDP

Traffico	SFAV	1.00	0.20	0.20
----------	------	------	------	------

#### Combinazione n° 42 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Traffico	SFAV	1.00	1.00	1.00
Vento	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 43 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Vento	SFAV	1.00	1.00	1.00
Traffico	SFAV	1.00	0.70	0.70

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

### ***Impostazioni verifiche SLU***

#### Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.60
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.60
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.50

### ***Impostazioni verifiche SLE***

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

#### Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

E.C. 2

#### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico


Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck} - \sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI100002000000200	REV. A00	FOGLIO 143 di 334
---	----------------------------	---	-------------	----------------------

Calcolo della portanza      metodo di Hansen

Coefficiente correttivo su  $N\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

***Impostazioni avanzate***

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**





## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

*C* Identificativo della combinazione

*Tipo* Tipo combinazione

*Sisma* Combinazione sismica

$CS_{SCO}$  Coeff. di sicurezza allo scorrimento

$CS_{RIB}$  Coeff. di sicurezza al ribaltamento

$CS_{QLIM}$  Coeff. di sicurezza a carico limite

$CS_{STAB}$  Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b><math>CS_{SCO}</math></b>	<b><math>CS_{RIB}</math></b>	<b><math>CS_{QLIM}</math></b>	<b><math>CS_{STAB}</math></b>
1	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	2,78	--	3,51	--
2	A1-M1 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	2,74	--	3,63	--
3	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1,81	--	1,09	--
4	A2-M2 - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1,78	--	1,13	--
5	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,64	--	--
6	EQU - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,54	--	--
7	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,41
8	STAB - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,40
9	A1-M1 - [2]	--	3,85	--	4,14	--
10	A1-M1 - [2]	--	3,70	--	4,24	--
11	A1-M1 - [2]	--	3,27	--	4,13	--
12	A1-M1 - [2]	--	3,12	--	4,21	--
13	A2-M2 - [2]	--	2,33	--	1,68	--
14	EQU - [2]	--	--	3,21	--	--
15	STAB - [2]	--	--	--	--	1,52
16	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	3,01	--	4,65	--
17	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	3,06	--	4,48	--
18	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1,96	--	1,51	--
19	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1,99	--	1,46	--
20	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,97	--	--
21	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,11	--	--
22	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,49
23	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,48
24	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	3,01	--	4,29	--
25	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2,96	--	4,45	--
26	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1,93	--	1,43	--
27	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1,95	--	1,38	--
28	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,89	--	--
29	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,02	--	--
30	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,47
31	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,46
32	A1-M1 - [5]	--	4,32	--	5,15	--
33	A1-M1 - [5]	--	4,13	--	5,32	--
34	A1-M1 - [5]	--	3,58	--	5,24	--

APPROVATO SDP



35	A1-M1 - [5]	--	3,39	--	5,39	--
36	A2-M2 - [5]	--	2,64	--	2,24	--
37	EQU - [5]	--	--	3,90	--	--
38	STAB - [5]	--	--	--	--	1,62
39	SLEQ - [1]	--	4,22	--	6,43	--
40	SLEF - [1]	--	4,09	--	6,07	--
41	SLEF - [1]	--	4,10	--	6,19	--
42	SLER - [1]	--	3,81	--	5,34	--
43	SLER - [1]	--	3,91	--	5,64	--

APPROVATO SDP

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Coulomb
Calcolo del carico limite	metodo di Hansen
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	1.80 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 5.28$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.64$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.00 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico      Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento)      0,0  
Lunghezza del muro      1,00 [m]

Peso muro      178,4839 [kN]

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



Baricentro del muro

X=0,89 Y=-6,47

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 4,30 Y = -8,80

Punto superiore superficie di spinta

X = 4,30 Y = 0,00

Altezza della superficie di spinta

8,80 [m]

Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)

0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Valore della spinta statica

205,9856 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica

186,6863 [kN]

Componente verticale della spinta statica

87,0533 [kN]

Punto d'applicazione della spinta

X = 4,30 [m] Y = -5,60 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie

25,00 [°]

Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche

0,2167 [°]

Incremento sismico della spinta

32,9355 [kN]

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta

X = 4,30 [m] Y = -4,40 [m]

Coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche

0,2452 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte

774,0000 [kN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte

X = 2,15 [m] Y = -4,00 [m]

Inerzia del muro

9,4318 [kN]

Inerzia verticale del muro

4,7159 [kN]

Inerzia del terrapieno fondazione di monte

40,9013 [kN]

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte

20,4506 [kN]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X

4,40 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale

271,2691 [kN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale

1078,6228 [kN]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione

1078,6228 [kN]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione

271,2691 [kN]

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione

0,54 [m]

Lunghezza fondazione reagente

5,10 [m]

Risultante in fondazione

1112,2113 [kN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)

14,12 [°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione

577,2858 [kNm]

Carico ultimo della fondazione

3787,5112 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente

5,10 [m]

Tensione terreno allo spigolo di valle

344,66 [kPa]

Tensione terreno allo spigolo di monte

78,33 [kPa]

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,50$	$i_q = 0,51$	$i_\gamma = 0,38$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 24.29$	$N'_q = 17.68$	$N'_\gamma = 12.88$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.78
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.51

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	8,8000	4,4000
2	0,40	3,9227	11,2089	7,7493
3	0,80	7,8454	15,0833	11,7272
4	1,20	11,7682	20,6745	16,3337
5	1,60	15,6909	28,2340	21,5687
6	2,00	19,6136	38,0132	27,4323
7	2,40	23,5363	50,2636	33,9245
8	2,80	27,4591	65,2366	41,0452
9	3,20	31,3818	83,1836	48,7946
10	3,60	35,3045	104,3561	57,1725
11	4,00	39,2272	129,0054	66,1789
12	4,40	43,1499	157,3830	75,8140
13	4,80	47,0727	189,7404	86,0776
14	5,20	50,9954	226,3289	96,9698
15	5,60	54,9181	267,4000	108,4906
16	6,00	58,8408	313,2052	120,6399
17	6,40	62,7636	363,9958	133,4178
18	6,80	66,6863	420,0232	146,8243
19	7,20	70,6090	481,5390	160,8594
20	7,60	74,5317	548,7945	175,5230
21	8,00	78,4544	622,0412	190,8152

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,2595	12,9602
3	0,08	1,0357	25,8369
4	0,12	2,3253	38,6300
5	0,16	4,1250	51,3395
6	0,20	6,4314	63,9655
7	0,24	9,2411	76,5079
8	0,28	12,5509	88,9668
9	0,32	16,3573	101,3421
10	0,36	20,6571	113,6338
11	0,40	25,4469	125,8420

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 1

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-10,5210	-47,3256
3	0,86	-39,3160	-84,9952
4	1,29	-82,2329	-113,0088
5	1,72	-135,1195	-131,3663
6	2,15	-193,8239	-140,0678
7	2,58	-254,1938	-139,1133
8	3,01	-312,0773	-128,5028
9	3,44	-363,3222	-108,2362
10	3,87	-403,7764	-78,3136
11	4,30	-429,2879	-38,7350

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B base della sezione espressa in [cm]  
 H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [kNm]  
 CS coefficiente sicurezza sezione  
 $V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
 $V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
 $V_{Rd}$  Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	-183,06	20,80	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	67,68	-193,39	17,25	144,45	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	103,43	-198,84	13,18	145,00	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	114,11	-200,48	9,70	145,54	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	111,16	-200,02	7,08	146,09	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	102,53	-198,71	5,23	146,63	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	92,32	-197,15	3,92	147,18	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	82,34	-195,63	3,00	147,72	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	73,28	-194,24	2,34	148,26	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	199,89	-590,86	5,66	230,59	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	179,99	-591,92	4,59	231,13	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	162,54	-592,85	3,77	231,68	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	147,28	-593,66	3,13	232,22	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	133,92	-594,37	2,63	232,77	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	122,20	-595,00	2,23	233,31	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	111,88	-595,55	1,90	155,44	898,50	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	105,07	-609,35	1,67	310,87	899,28	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	124,11	-781,69	1,86	310,87	900,07	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	121,62	-829,42	1,72	310,87	900,86	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	118,53	-872,77	1,59	310,87	901,65	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	120,02	-951,63	1,53	621,74	902,44	621,74

APPROVATO SDP



## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 1

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cm <sup>2</sup> ]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cm <sup>2</sup> ]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	1725,30	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	432,25	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	192,53	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	108,53	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	69,61	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	48,44	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	35,67	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	27,37	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	21,67	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	17,59	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	42,55	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	11,39	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	5,44	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	3,72	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SDR

Società di Progetto  
Brebemi SpA



6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	6,47	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	4,93	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	4,34	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	3,73	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	2,72	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	2,80	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	205,9856	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	186,6863	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	87,0533	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,60 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,00	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2167	[°]	

Incremento sismico della spinta	22,1377	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,40 [m]
Coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche	0,2469	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	774,0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]
Inerzia del muro	9,4318	[kN]	
Inerzia verticale del muro	-4,7159	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	40,9013	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-20,4506	[kN]	

### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	4,40	[kN]
-------------------	------	------

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	261,4830	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1023,7264	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1023,7264	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	261,4830	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,54	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1056,5931	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,33	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	554,1397	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3719,6206	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	328,56	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	72,90	[kPa]

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,49$	$i_q = 0,51$	$i_\gamma = 0,37$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 24.00$	$N'_q = 17.49$	$N'_\gamma = 12.67$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.74
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.63

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 2

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	8,8000	4,4000
2	0,40	3,9227	11,1265	7,3374
3	0,80	7,8454	14,7538	10,9035
4	1,20	11,7682	19,9331	15,0980
5	1,60	15,6909	26,9160	19,9212
6	2,00	19,6136	35,9539	25,3729
7	2,40	23,5363	47,2982	31,4532
8	2,80	27,4591	61,2003	38,1621
9	3,20	31,3818	77,9117	45,4996
10	3,60	35,3045	97,6838	53,4656
11	4,00	39,2272	120,7680	62,0602
12	4,40	43,1499	147,4157	71,2834
13	4,80	47,0727	177,8785	81,1351
14	5,20	50,9954	212,4076	91,6155
15	5,60	54,9181	251,2547	102,7243
16	6,00	58,8408	294,6709	114,4618
17	6,40	62,7636	342,9079	126,8279
18	6,80	66,6863	396,2170	139,8225
19	7,20	70,6090	454,8497	153,4457
20	7,60	74,5317	519,0574	167,6974
21	8,00	78,4544	589,0915	182,5778

APPROVATO SDR

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 2

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,2466	12,3177
3	0,08	0,9844	24,5553
4	0,12	2,2100	36,7126
5	0,16	3,9203	48,7898
6	0,20	6,1121	60,7867
7	0,24	8,7822	72,7034
8	0,28	11,9273	84,5399
9	0,32	15,5443	96,2962
10	0,36	19,6299	107,9723
11	0,40	24,1810	119,5682

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 2

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-11,0503	-49,8518
3	0,86	-41,5440	-90,4347
4	1,29	-87,4956	-121,7488
5	1,72	-144,9194	-143,7940
6	2,15	-209,8299	-156,5703
7	2,58	-278,2413	-160,0777
8	3,01	-346,1681	-154,3163
9	3,44	-409,6248	-139,2860
10	3,87	-464,6255	-114,9868
11	4,30	-507,1849	-81,4187

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 2

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B base della sezione espressa in [cm]  
 H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [kNm]  
 CS coefficiente sicurezza sezione  
 $V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
 $V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
 $V_{Rd}$  Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	-183,06	20,80	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	68,21	-193,47	17,39	144,45	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	105,94	-199,23	13,50	145,00	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	118,78	-201,19	10,09	145,54	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	117,14	-200,94	7,47	146,09	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	108,93	-199,68	5,55	146,63	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	98,58	-198,11	4,19	147,18	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	88,17	-196,52	3,21	147,72	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	78,56	-195,05	2,50	148,26	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	213,29	-590,15	6,04	230,59	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	192,06	-591,28	4,90	231,13	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	173,36	-592,28	4,02	231,68	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	156,97	-593,15	3,33	232,22	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	142,59	-593,91	2,80	232,77	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	129,96	-594,59	2,37	233,31	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	118,85	-595,18	2,02	155,44	898,50	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	111,45	-608,90	1,78	310,87	899,28	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	131,70	-782,49	1,97	310,87	900,07	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	128,85	-830,05	1,82	310,87	900,86	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	125,39	-873,27	1,68	310,87	901,65	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	126,77	-951,85	1,62	621,74	902,44	621,74

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 2

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	1815,26	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	454,80	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	202,57	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	114,20	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	73,25	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	50,98	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	37,53	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	28,80	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	22,81	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	18,51	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	40,51	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	10,78	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	5,12	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	3,47	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SDR

Società di Progetto  
Brebemi SpA



6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	5,98	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	4,51	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	3,91	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	3,30	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	2,36	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	2,37	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	261,6188	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	245,1184	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	91,4405	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,60 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,46	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2753	[°]	

Incremento sismico della spinta	37,8888	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,40 [m]
Coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche	0,3074	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	774,0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]
Inerzia del muro	9,4318	[kN]	
Inerzia verticale del muro	4,7159	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	40,9013	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	20,4506	[kN]	

### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	4,40	[kN]
-------------------	------	------

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	335,3506	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1082,3337	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1082,3337	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	335,3506	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,72	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1133,0959	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,22	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	779,9519	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1181,7430	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	392,14	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	32,30	[kPa]

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**





Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.38$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,40$	$i_q = 0,43$	$i_\gamma = 0,29$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 11.94$	$N'_q = 7.63$	$N'_\gamma = 3.94$
----------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.81
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.09

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 3

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	8,8000	4,4000
2	0,40	3,9227	11,3680	8,5773
3	0,80	7,8454	15,7719	13,5799
4	1,20	11,7682	22,3419	19,4079
5	1,60	15,6909	31,4082	26,0611
6	2,00	19,6136	43,3009	33,5397
7	2,40	23,5363	58,3500	41,8436
8	2,80	27,4591	76,8858	50,9728
9	3,20	31,3818	99,2383	60,9273
10	3,60	35,3045	125,7376	71,7071
11	4,00	39,2272	156,7140	83,3122
12	4,40	43,1499	192,4974	95,7427
13	4,80	47,0727	233,4182	108,9984
14	5,20	50,9954	279,8062	123,0795
15	5,60	54,9181	331,9918	137,9859
16	6,00	58,8408	390,3050	153,7176
17	6,40	62,7636	455,0760	170,2747
18	6,80	66,6863	526,6348	187,6570
19	7,20	70,6090	605,3116	205,8646
20	7,60	74,5317	691,4365	224,8976
21	8,00	78,4544	785,3397	244,7559

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 3

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,2973	14,8447
3	0,08	1,1861	29,5765
4	0,12	2,6619	44,1954
5	0,16	4,7202	58,7014
6	0,20	7,3565	73,0945
7	0,24	10,5663	87,3748
8	0,28	14,3450	101,5421
9	0,32	18,6881	115,5966
10	0,36	23,5912	129,5381
11	0,40	29,0497	143,3668

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 3

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-14,5329	-65,4208
3	0,86	-54,3919	-117,7956
4	1,29	-113,9672	-157,1245
5	1,72	-187,6491	-183,4074
6	2,15	-269,8277	-196,6444
7	2,58	-354,8934	-196,8355
8	3,01	-437,2363	-183,9806
9	3,44	-511,2467	-158,0798
10	3,87	-571,3150	-119,1330
11	4,30	-611,8312	-67,1403

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 3

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B** base della sezione espressa in [cm]  
**H** altezza della sezione espressa in [cm]  
**A<sub>fs</sub>** area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
**A<sub>fi</sub>** area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
**N<sub>u</sub>** sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
**M<sub>u</sub>** momento ultimo espresso in [kNm]  
**CS** coefficiente sicurezza sezione  
**VRcd** Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
**VRsd** Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
**VRd** Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	-183,06	20,80	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	66,68	-193,24	17,00	144,45	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	98,54	-198,10	12,56	145,00	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	104,85	-199,06	8,91	145,54	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	99,00	-198,17	6,31	146,09	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	89,08	-196,65	4,54	146,63	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	78,68	-195,07	3,34	147,18	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	69,15	-193,61	2,52	147,72	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	60,82	-192,34	1,94	148,26	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	166,40	-592,65	4,71	230,59	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	148,58	-593,59	3,79	231,13	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	133,24	-594,41	3,09	231,68	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	120,01	-595,11	2,55	232,22	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	108,57	-595,72	2,13	232,77	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	98,63	-596,25	1,80	233,31	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	89,96	-596,71	1,53	155,44	898,50	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	84,24	-610,81	1,34	310,87	899,28	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	98,64	-778,98	1,48	310,87	900,07	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	96,49	-827,21	1,37	310,87	900,86	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	93,89	-871,00	1,26	310,87	901,65	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	94,99	-950,83	1,21	621,74	902,44	621,74

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 3

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	1505,98	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	377,45	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	168,18	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	94,84	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	60,86	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	42,37	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	31,21	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	23,96	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	18,98	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	15,41	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	30,80	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	8,23	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	3,93	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	2,68	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	4,65	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	3,53	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	3,10	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	2,65	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	1,92	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	1,97	1203,62	1845,24	1203,62

#### COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	261,6188	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	245,1184	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	91,4405	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,60 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,46	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2753	[°]	

Incremento sismico della spinta	24,1633	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,40 [m]
Coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche	0,3093	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	774,0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]
Inerzia del muro	9,4318	[kN]	
Inerzia verticale del muro	-4,7159	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	40,9013	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-20,4506	[kN]	

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	4,40	[kN]
-------------------	------	------

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	322,4908	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1027,2033	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1027,2033	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	322,4908	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,72	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1076,6368	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,43	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	743,8779	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1160,6728	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	373,01	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	29,81	[kPa]

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.38$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,39$	$i_q = 0,43$	$i_\gamma = 0,29$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 11.77$	$N'_q = 7.54$	$N'_\gamma = 3.87$
----------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.78
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.13

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	8,8000	4,4000
2	0,40	3,9227	11,2597	8,0361
3	0,80	7,8454	15,3389	12,4975
4	1,20	11,7682	21,3677	17,7841
5	1,60	15,6909	29,6763	23,8962
6	2,00	19,6136	40,5947	30,8335
7	2,40	23,5363	54,4531	38,5961
8	2,80	27,4591	71,5816	47,1841
9	3,20	31,3818	92,3104	56,5974
10	3,60	35,3045	116,9695	66,8359
11	4,00	39,2272	145,8892	77,8998
12	4,40	43,1499	179,3995	89,7890
13	4,80	47,0727	217,8305	102,5036
14	5,20	50,9954	261,5123	116,0434
15	5,60	54,9181	310,7752	130,4086
16	6,00	58,8408	365,9492	145,5990
17	6,40	62,7636	427,3645	161,6148
18	6,80	66,6863	495,3511	178,4559
19	7,20	70,6090	570,2393	196,1223
20	7,60	74,5317	652,3591	214,6141
21	8,00	78,4544	742,0406	233,9311

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA





1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,2820	14,0820
3	0,08	1,1251	28,0564
4	0,12	2,5251	41,9231
5	0,16	4,4775	55,6822
6	0,20	6,9782	69,3335
7	0,24	10,0228	82,8772
8	0,28	13,6070	96,3132
9	0,32	17,7264	109,6416
10	0,36	22,3768	122,8623
11	0,40	27,5540	135,9753

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 4

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-14,8062	-66,7924
3	0,86	-55,6581	-121,1423
4	1,29	-117,2052	-163,0497
5	1,72	-194,0973	-192,5145
6	2,15	-280,9842	-209,5367
7	2,58	-372,5155	-214,1164
8	3,01	-463,3409	-206,2536
9	3,44	-548,1101	-185,9482
10	3,87	-621,4729	-153,2003
11	4,30	-678,0789	-108,0098

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B** base della sezione espressa in [cm]  
**H** altezza della sezione espressa in [cm]  
**A<sub>fs</sub>** area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
**A<sub>fi</sub>** area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
**N<sub>u</sub>** sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
**M<sub>u</sub>** momento ultimo espresso in [kNm]  
**CS** coefficiente sicurezza sezione  
**VRcd** Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
**VRsd** Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
**VRd** Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	-183,06	20,80	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	67,36	-193,34	17,17	144,45	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	101,56	-198,56	12,94	145,00	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	110,07	-199,86	9,35	145,54	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	105,29	-199,13	6,71	146,09	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	95,49	-197,63	4,87	146,63	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	84,71	-195,99	3,60	147,18	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	74,59	-194,44	2,72	147,72	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	65,64	-193,08	2,09	148,26	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	178,68	-591,99	5,06	230,59	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	159,45	-593,02	4,06	231,13	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	142,85	-593,90	3,31	231,68	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	128,51	-594,66	2,73	232,22	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	116,09	-595,32	2,28	232,77	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	105,30	-595,90	1,92	233,31	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	95,89	-596,40	1,63	155,44	898,50	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	89,65	-610,43	1,43	310,87	899,28	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	104,96	-779,66	1,57	310,87	900,07	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	102,49	-827,74	1,45	310,87	900,86	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	99,56	-871,41	1,34	310,87	901,65	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	100,55	-951,01	1,28	621,74	902,44	621,74

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 4

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	1587,53	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	397,90	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	177,30	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	99,98	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	64,15	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	44,67	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	32,90	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	25,26	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	20,01	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	16,25	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	30,24	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	8,04	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	3,82	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	2,59	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SDR

Società di Progetto  
Brebemi SpA



6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	4,46	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	3,37	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	2,92	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	2,47	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	1,77	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	1,77	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	261,6188	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	245,1184	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	91,4405	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,60 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,46	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2753	[°]	

Incremento sismico della spinta	37,8888	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,40 [m]
Coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche	0,3074	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	774,0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]
Inerzia del muro	9,4318	[kN]	
Inerzia verticale del muro	4,7159	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	40,9013	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	20,4506	[kN]	

### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	4,40	[kN]
-------------------	------	------

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	335,3506	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1082,3337	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1207,6462	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3187,6452	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1082,3337	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	335,3506	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,72	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1133,0959	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,22	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	779,9519	[kNm]

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.64
--	------

APPROVATO SDP

### COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	261,6188	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	245,1184	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	91,4405	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,60 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,46	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2753	[°]	

Incremento sismico della spinta	24,1633	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,40 [m]
Coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche	0,3093	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	774,0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]
Inerzia del muro	9,4318	[kN]	
Inerzia verticale del muro	-4,7159	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	40,9013	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-20,4506	[kN]	

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	4,40	[kN]
-------------------	------	------

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	322,4908	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1027,2033	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1219,3756	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3094,8661	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1027,2033	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	322,4908	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,72	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1076,6368	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,43	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	743,8779	[kNm]

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.54
--	------

APPROVATO SDP

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 7

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]

$\alpha$  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]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,24 Y[m]= 2,99

Raggio del cerchio R[m]= 13,49

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -10,07

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 10,91

Larghezza della striscia dx[m]= 0,84

Coefficiente di sicurezza C= 1.41

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	37,7750	71.44	35,8109	0,0259	32.01	0	0
2	72,0953	62.15	63,7425	0,0176	32.01	0	0
3	95,5661	55.20	78,4757	0,0144	32.01	0	0
4	113,9066	49.34	86,4067	0,0126	32.01	0	0
5	128,9409	44.12	89,7595	0,0115	32.01	0	0
6	141,5451	39.33	89,7046	0,0106	32.01	0	0
7	152,2234	34.85	86,9827	0,0100	32.01	0	0
8	161,6669	30.60	82,3049	0,0096	31.69	0	0
9	172,0160	26.54	76,8575	0,0092	29.26	0	0
10	178,4696	22.61	68,6247	0,0089	29.26	0	0
11	183,8027	18.80	59,2282	0,0087	29.26	0	0
12	188,0978	15.07	48,8986	0,0085	29.26	0	0
13	191,4155	11.40	37,8416	0,0084	29.26	0	0
14	121,1335	7.78	16,4045	0,0083	29.26	0	0
15	41,1573	4.20	3,0110	0,0083	29.26	0	0
16	41,7509	0.62	0,4548	0,0082	29.26	0	0
17	41,4653	-2.94	-2,1301	0,0082	29.26	0	0

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



18	40,2970	-6.53	-4,5793	0,0083	29.26	0	0
19	38,2321	-10.13	-6,7252	0,0084	29.26	0	0
20	35,2453	-13.78	-8,3945	0,0085	29.26	0	0
21	31,2981	-17.48	-9,4034	0,0086	29.26	0	0
22	26,3364	-21.27	-9,5528	0,0088	29.26	0	0
23	20,2859	-25.15	-8,6217	0,0091	29.26	0	0
24	13,0460	-29.16	-6,3574	0,0094	30.77	0	0
25	4,4791	-33.34	-2,4617	0,0099	32.01	0	0

$\Sigma W_i = 2272,2478$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 866,2824$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 1330,9828$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.95$

APPROVATO SDP

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 8

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]

$\alpha$  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]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,24 Y[m]= 2,99

Raggio del cerchio R[m]= 13,49

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -10,07

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 10,91

Larghezza della striscia dx[m]= 0,84

Coefficiente di sicurezza C= 1.40

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	37,7750	71.44	35,8109	0,0259	32.01	0	0
2	72,0953	62.15	63,7425	0,0176	32.01	0	0
3	95,5661	55.20	78,4757	0,0144	32.01	0	0
4	113,9066	49.34	86,4067	0,0126	32.01	0	0
5	128,9409	44.12	89,7595	0,0115	32.01	0	0
6	141,5451	39.33	89,7046	0,0106	32.01	0	0
7	152,2234	34.85	86,9827	0,0100	32.01	0	0
8	161,6669	30.60	82,3049	0,0096	31.69	0	0
9	172,0160	26.54	76,8575	0,0092	29.26	0	0
10	178,4696	22.61	68,6247	0,0089	29.26	0	0
11	183,8027	18.80	59,2282	0,0087	29.26	0	0
12	188,0978	15.07	48,8986	0,0085	29.26	0	0
13	191,4155	11.40	37,8416	0,0084	29.26	0	0
14	121,1335	7.78	16,4045	0,0083	29.26	0	0
15	41,1573	4.20	3,0110	0,0083	29.26	0	0
16	41,7509	0.62	0,4548	0,0082	29.26	0	0
17	41,4653	-2.94	-2,1301	0,0082	29.26	0	0

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA





18	40,2970	-6.53	-4,5793	0,0083	29.26	0	0
19	38,2321	-10.13	-6,7252	0,0084	29.26	0	0
20	35,2453	-13.78	-8,3945	0,0085	29.26	0	0
21	31,2981	-17.48	-9,4034	0,0086	29.26	0	0
22	26,3364	-21.27	-9,5528	0,0088	29.26	0	0
23	20,2859	-25.15	-8,6217	0,0091	29.26	0	0
24	13,0460	-29.16	-6,3574	0,0094	30.77	0	0
25	4,4791	-33.34	-2,4617	0,0099	32.01	0	0

$$\Sigma W_i = 2272,2478 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 866,2824 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 1330,9828 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.95$$

### COMBINAZIONE n° 9

#### **Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	275,4103	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	249,6065	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	116,3934	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,56 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,00	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2167	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1023,4000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	249,6065	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1371,8225	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1371,8225	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	249,6065	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1394,3458	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,31	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	300,9553	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	5683,2314	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	338,41	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	199,56	[kPa]

APPROVATO SDP

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,61$	$i_q = 0,62$	$i_\gamma = 0,51$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 29.85 \qquad N'_q = 21.49 \qquad N'_\gamma = 17.16$$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.85
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.14

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 9

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	5,0995	0,5259	2,7657
3	0,80	10,1991	2,3215	6,3486
4	1,20	15,2986	5,7137	10,7486
5	1,60	20,3982	11,0294	15,9658
6	2,00	25,4977	18,5953	22,0001
7	2,40	30,5972	28,7384	28,8515
8	2,80	35,6968	41,7855	36,5201
9	3,20	40,7963	58,0634	45,0059
10	3,60	45,8959	77,8991	54,3087
11	4,00	50,9954	101,6194	64,4288
12	4,40	56,0949	129,5511	75,3660
13	4,80	61,1945	162,0211	87,1203
14	5,20	66,2940	199,3563	99,6917
15	5,60	71,3935	241,8834	113,0804
16	6,00	76,4931	289,9295	127,2861
17	6,40	81,5926	343,8213	142,3090
18	6,80	86,6922	403,8857	158,1491
19	7,20	91,7917	470,4495	174,8063
20	7,60	96,8912	543,8396	192,2806
21	8,00	101,9908	624,3829	210,5721

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 9

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,2500	12,4947
3	0,08	0,9990	24,9458
4	0,12	2,2451	37,3534
5	0,16	3,9867	49,7174
6	0,20	6,2219	62,0378
7	0,24	8,9491	74,3147
8	0,28	12,1665	86,5480
9	0,32	15,8724	98,7378
10	0,36	20,0650	110,8840
11	0,40	24,7425	122,9866

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 9

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-5,5502	-24,9761
3	0,86	-20,7579	-44,9183
4	1,29	-43,4584	-59,8265
5	1,72	-71,4871	-69,7007
6	2,15	-102,6795	-74,5410
7	2,58	-134,8708	-74,3473
8	3,01	-165,8966	-69,1196
9	3,44	-193,5922	-58,8581
10	3,87	-215,7930	-43,5625
11	4,30	-230,3344	-23,2330

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 9

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B** base della sezione espressa in [cm]  
**H** altezza della sezione espressa in [cm]  
**A<sub>fs</sub>** area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
**A<sub>fi</sub>** area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
**N<sub>u</sub>** sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
**M<sub>u</sub>** momento ultimo espresso in [kNm]  
**CS** coefficiente sicurezza sezione  
**VRcd** Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
**VRsd** Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
**VRd** Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	0,00	1000,00	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	2748,84	-283,48	539,04	144,62	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	1512,76	-344,34	148,32	145,32	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	787,97	-294,29	51,51	146,03	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	471,67	-255,03	23,12	146,74	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	317,43	-231,50	12,45	147,45	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	232,71	-218,57	7,61	148,16	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	179,83	-210,50	5,04	148,86	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	144,07	-205,05	3,53	149,57	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	343,61	-583,21	7,49	232,06	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	294,00	-585,85	5,77	232,77	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	254,58	-587,95	4,54	233,47	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	222,71	-589,65	3,64	234,18	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	196,55	-591,04	2,96	234,89	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	174,79	-592,20	2,45	235,60	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	156,50	-593,17	2,05	155,44	902,04	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	143,96	-606,63	1,76	310,87	903,07	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	168,80	-786,43	1,95	310,87	904,09	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	162,53	-833,01	1,77	310,87	905,12	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	155,97	-875,47	1,61	310,87	906,14	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	155,63	-952,77	1,53	621,74	907,17	621,74

APPROVATO SDR

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 9

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	1790,46	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	448,14	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	199,40	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	112,29	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	71,95	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	50,03	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	36,80	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	28,21	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	22,31	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	18,09	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	80,66	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	21,57	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	10,30	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	7,03	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SDR

Società di Progetto  
Brebemi SpA



6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	12,21	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	9,30	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	8,16	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	6,99	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	5,08	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	5,22	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 10

#### Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica	275,4103	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	249,6065	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	116,3934	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,56 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,00	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2167	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	1023,4000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	249,6065	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1318,2773	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1318,2773	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	249,6065	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,19	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1341,6998	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,72	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	255,0594	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	5592,8720	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	317,32	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	199,65	[kPa]


#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,60$	$i_q = 0,61$	$i_\gamma = 0,49$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI1100002000000200	REV. A00	FOGLIO 183 di 334
---	----------------------------	--	-------------	----------------------

**Fattori inclinazione pendio**

$g_c = 1,00$

$g_q = 1,00$

$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 29.22$

$N'_q = 21.06$

$N'_\gamma = 16.66$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

3.70

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

4.24

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA






## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	3,9227	0,5259	2,7657
3	0,80	7,8454	2,3215	6,3486
4	1,20	11,7682	5,7137	10,7486
5	1,60	15,6909	11,0294	15,9658
6	2,00	19,6136	18,5953	22,0001
7	2,40	23,5363	28,7384	28,8515
8	2,80	27,4591	41,7855	36,5201
9	3,20	31,3818	58,0634	45,0059
10	3,60	35,3045	77,8991	54,3087
11	4,00	39,2272	101,6194	64,4288
12	4,40	43,1499	129,5511	75,3660
13	4,80	47,0727	162,0211	87,1203
14	5,20	50,9954	199,3563	99,6917
15	5,60	54,9181	241,8834	113,0804
16	6,00	58,8408	289,9295	127,2861
17	6,40	62,7636	343,8213	142,3090
18	6,80	66,6863	403,8857	158,1491
19	7,20	70,6090	470,4495	174,8063
20	7,60	74,5317	543,8396	192,2806
21	8,00	78,4544	624,3829	210,5721

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,2379	11,8899
3	0,08	0,9507	23,7429
4	0,12	2,1369	35,5590
5	0,16	3,7949	47,3382
6	0,20	5,9234	59,0804
7	0,24	8,5209	70,7857
8	0,28	11,5858	82,4541
9	0,32	15,1167	94,0856
10	0,36	19,1121	105,6802
11	0,40	23,5706	117,2379

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 10

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-5,0531	-22,7919
3	0,86	-18,9895	-41,3174
4	1,29	-39,9746	-55,5767
5	1,72	-66,1740	-65,5698
6	2,15	-95,7531	-71,2965
7	2,58	-126,8775	-72,7570
8	3,01	-157,7126	-69,9512
9	3,44	-186,4240	-62,8791
10	3,87	-211,1772	-51,5408
11	4,30	-230,1376	-35,9361

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B base della sezione espressa in [cm]  
 H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [kNm]  
 CS coefficiente sicurezza sezione  
 $V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
 $V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
 $V_{Rd}$  Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	0,00	1000,00	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	2360,78	-316,50	601,82	144,45	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	1084,58	-320,94	138,24	145,00	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	549,84	-266,96	46,72	145,54	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	332,64	-233,82	21,20	146,09	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	230,12	-218,18	11,73	146,63	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	171,34	-209,21	7,28	147,18	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	133,71	-203,46	4,87	147,72	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	107,83	-199,52	3,44	148,26	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	266,18	-587,33	7,54	230,59	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	227,52	-589,39	5,80	231,13	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	196,85	-591,02	4,56	231,68	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	172,10	-592,34	3,66	232,22	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	151,80	-593,42	2,98	232,77	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	134,94	-594,32	2,46	233,31	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	120,77	-595,07	2,05	155,44	898,50	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	111,16	-608,92	1,77	310,87	899,28	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	129,15	-782,22	1,94	310,87	900,07	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	124,52	-829,67	1,76	310,87	900,86	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	119,62	-872,85	1,60	310,87	901,65	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	119,57	-951,62	1,52	621,74	902,44	621,74

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 10

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	1881,65	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	470,90	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	209,51	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	117,97	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	75,58	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	52,54	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	38,64	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	29,62	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	23,42	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	18,99	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	88,60	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	23,58	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	11,20	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	7,60	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SGP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	13,10	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	9,88	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	8,58	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	7,26	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	5,19	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	5,22	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 11

#### Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	275,4103	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	249,6065	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	116,3934	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,56 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,00	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2167	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	817,0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	249,6065	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1165,4225	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1165,4225	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	249,6065	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,33	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1191,8527	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12,09	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	383,5153	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4807,8538	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	316,98	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	140,04	[kPa]


#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,55$	$i_q = 0,57$	$i_\gamma = 0,44$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI1100002000000200	REV. A00	FOGLIO 189 di 334
---	----------------------------	--	-------------	----------------------

**Fattori inclinazione pendio**

$g_c = 1,00$

$g_q = 1,00$

$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 27.17$

$N'_q = 19.65$

$N'_\gamma = 15.06$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

3.27

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

4.13

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA




## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	5,0995	0,5259	2,7657
3	0,80	10,1991	2,3215	6,3486
4	1,20	15,2986	5,7137	10,7486
5	1,60	20,3982	11,0294	15,9658
6	2,00	25,4977	18,5953	22,0001
7	2,40	30,5972	28,7384	28,8515
8	2,80	35,6968	41,7855	36,5201
9	3,20	40,7963	58,0634	45,0059
10	3,60	45,8959	77,8991	54,3087
11	4,00	50,9954	101,6194	64,4288
12	4,40	56,0949	129,5511	75,3660
13	4,80	61,1945	162,0211	87,1203
14	5,20	66,2940	199,3563	99,6917
15	5,60	71,3935	241,8834	113,0804
16	6,00	76,4931	289,9295	127,2861
17	6,40	81,5926	343,8213	142,3090
18	6,80	86,6922	403,8857	158,1491
19	7,20	91,7917	470,4495	174,8063
20	7,60	96,8912	543,8396	192,2806
21	8,00	101,9908	624,3829	210,5721

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,2328	11,6317
3	0,08	0,9298	23,2079
4	0,12	2,0887	34,7285
5	0,16	3,7073	46,1937
6	0,20	5,7835	57,6033
7	0,24	8,3149	68,9575
8	0,28	11,2993	80,2561
9	0,32	14,7346	91,4992
10	0,36	18,6185	102,6868
11	0,40	22,9488	113,8189

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 11

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-10,9535	-49,8773
3	0,86	-41,9750	-93,3398
4	1,29	-90,3062	-130,3873
5	1,72	-153,1886	-161,0199
6	2,15	-227,8638	-185,2376
7	2,58	-311,5735	-203,0404
8	3,01	-401,5591	-214,4283
9	3,44	-495,0623	-219,4013
10	3,87	-589,3247	-217,9594
11	4,30	-681,5879	-210,1025

APPROVATO SDP



## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B** base della sezione espressa in [cm]  
**H** altezza della sezione espressa in [cm]  
**A<sub>fs</sub>** area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
**A<sub>fi</sub>** area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
**N<sub>u</sub>** sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
**M<sub>u</sub>** momento ultimo espresso in [kNm]  
**CS** coefficiente sicurezza sezione  
**VRcd** Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
**VRsd** Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
**VRd** Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	0,00	1000,00	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	2748,84	-283,48	539,04	144,62	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	1512,76	-344,34	148,32	145,32	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	787,97	-294,29	51,51	146,03	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	471,67	-255,03	23,12	146,74	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	317,43	-231,50	12,45	147,45	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	232,71	-218,57	7,61	148,16	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	179,83	-210,50	5,04	148,86	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	144,07	-205,05	3,53	149,57	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	343,61	-583,21	7,49	232,06	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	294,00	-585,85	5,77	232,77	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	254,58	-587,95	4,54	233,47	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	222,71	-589,65	3,64	234,18	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	196,55	-591,04	2,96	234,89	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	174,79	-592,20	2,45	235,60	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	156,50	-593,17	2,05	155,44	902,04	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	143,96	-606,63	1,76	310,87	903,07	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	168,80	-786,43	1,95	310,87	904,09	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	162,53	-833,01	1,77	310,87	905,12	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	155,97	-875,47	1,61	310,87	906,14	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	155,63	-952,77	1,53	621,74	907,17	621,74

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 11

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cm <sup>2</sup> ]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cm <sup>2</sup> ]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	1922,89	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	481,49	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	214,34	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	120,76	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	77,41	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	53,84	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	39,62	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	30,38	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	24,05	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	19,51	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	40,87	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	10,67	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	4,96	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	3,28	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SDR

Società di Progetto  
Brebemi SpA



6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	5,50	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	4,02	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	3,37	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	2,73	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	1,86	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	1,76	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 12

#### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	275,4103	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	249,6065	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	116,3934	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,56 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,00	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2167	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	817,0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	249,6065	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1111,8773	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1111,8773	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	249,6065	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,30	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1139,5501	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12,65	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	337,6194	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4678,5286	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	295,90	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	140,13	[kPa]


#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,54$	$i_q = 0,55$	$i_\gamma = 0,43$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI1100002000000200	REV. A00	FOGLIO 195 di 334
---	----------------------------	--	-------------	----------------------

**Fattori inclinazione pendio**

$g_c = 1,00$

$g_q = 1,00$

$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 26.35$

$N'_q = 19.09$

$N'_\gamma = 14.43$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

3.12

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

4.21

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA




## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	3,9227	0,5259	2,7657
3	0,80	7,8454	2,3215	6,3486
4	1,20	11,7682	5,7137	10,7486
5	1,60	15,6909	11,0294	15,9658
6	2,00	19,6136	18,5953	22,0001
7	2,40	23,5363	28,7384	28,8515
8	2,80	27,4591	41,7855	36,5201
9	3,20	31,3818	58,0634	45,0059
10	3,60	35,3045	77,8991	54,3087
11	4,00	39,2272	101,6194	64,4288
12	4,40	43,1499	129,5511	75,3660
13	4,80	47,0727	162,0211	87,1203
14	5,20	50,9954	199,3563	99,6917
15	5,60	54,9181	241,8834	113,0804
16	6,00	58,8408	289,9295	127,2861
17	6,40	62,7636	343,8213	142,3090
18	6,80	66,6863	403,8857	158,1491
19	7,20	70,6090	470,4495	174,8063
20	7,60	74,5317	543,8396	192,2806
21	8,00	78,4544	624,3829	210,5721

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,2207	11,0269
3	0,08	0,8815	22,0050
4	0,12	1,9804	32,9341
5	0,16	3,5156	43,8145
6	0,20	5,4850	54,6459
7	0,24	7,8866	65,4285
8	0,28	10,7186	76,1622
9	0,32	13,9789	86,8471
10	0,36	17,6657	97,4830
11	0,40	21,7769	108,0701

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 12

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-10,4564	-47,6931
3	0,86	-40,2066	-89,7389
4	1,29	-86,8224	-126,1376
5	1,72	-147,8755	-156,8890
6	2,15	-220,9375	-181,9931
7	2,58	-303,5801	-201,4501
8	3,01	-393,3751	-215,2598
9	3,44	-487,8942	-223,4223
10	3,87	-584,7089	-225,9376
11	4,30	-681,3911	-222,8057

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B base della sezione espressa in [cm]  
 H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [kNm]  
 CS coefficiente sicurezza sezione  
 $V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
 $V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
 $V_{Rd}$  Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	0,00	1000,00	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	2360,78	-316,50	601,82	144,45	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	1084,58	-320,94	138,24	145,00	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	549,84	-266,96	46,72	145,54	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	332,64	-233,82	21,20	146,09	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	230,12	-218,18	11,73	146,63	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	171,34	-209,21	7,28	147,18	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	133,71	-203,46	4,87	147,72	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	107,83	-199,52	3,44	148,26	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	266,18	-587,33	7,54	230,59	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	227,52	-589,39	5,80	231,13	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	196,85	-591,02	4,56	231,68	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	172,10	-592,34	3,66	232,22	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	151,80	-593,42	2,98	232,77	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	134,94	-594,32	2,46	233,31	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	120,77	-595,07	2,05	155,44	898,50	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	111,16	-608,92	1,77	310,87	899,28	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	129,15	-782,22	1,94	310,87	900,07	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	124,52	-829,67	1,76	310,87	900,86	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	119,62	-872,85	1,60	310,87	901,65	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	119,57	-951,62	1,52	621,74	902,44	621,74

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 12

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	2028,46	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	507,87	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	226,05	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	127,34	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	81,62	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	56,77	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	41,77	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	32,03	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	25,34	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	20,56	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	42,81	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	11,13	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	5,16	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	3,40	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SGP

Società di Progetto  
Brebemi SpA





6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	5,68	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	4,13	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	3,44	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	2,77	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	1,88	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	1,76	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	276,1531	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	258,7361	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	96,5205	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,53 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,46	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2753	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	799,8000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	258,7361	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1074,8044	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1074,8044	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	258,7361	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,40	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1105,5084	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,54	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	432,4460	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1805,2904	[kN]


### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	310,50	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	110,99	[kPa]

### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.38$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,50$	$i_q = 0,53$	$i_\gamma = 0,40$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

APPROVATO SDP

	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI1100002000000200	REV. A00	FOGLIO 201 di 334
---	----------------------------	--	-------------	----------------------

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 15.01$$

$$N'_q = 9.32$$

$$N'_\gamma = 5.32$$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.33
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.68

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA




## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 13

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	3,9227	0,5915	3,0949
3	0,80	7,8454	2,5860	7,0152
4	1,20	11,7682	6,3137	11,7607
5	1,60	15,6909	12,1046	17,3316
6	2,00	19,6136	20,2890	23,7278
7	2,40	23,5363	31,1969	30,9493
8	2,80	27,4591	45,1585	38,9961
9	3,20	31,3818	62,5038	47,8682
10	3,60	35,3045	83,5631	57,5657
11	4,00	39,2272	108,6664	68,0884
12	4,40	43,1499	138,1439	79,4365
13	4,80	47,0727	172,3256	91,6099
14	5,20	50,9954	211,5418	104,6086
15	5,60	54,9181	256,1226	118,4326
16	6,00	58,8408	306,3980	133,0819
17	6,40	62,7636	362,6982	148,5566
18	6,80	66,6863	425,3533	164,8565
19	7,20	70,6090	494,6934	181,9818
20	7,60	74,5317	571,0488	199,9324
21	8,00	78,4544	654,7494	218,7083

APPROVATO SDR

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 13

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,2323	11,6043
3	0,08	0,9275	23,1460
4	0,12	2,0831	34,6250
5	0,16	3,6967	46,0415
6	0,20	5,7656	57,3954
7	0,24	8,2875	68,6867
8	0,28	11,2597	79,9155
9	0,32	14,6799	91,0816
10	0,36	18,5454	102,1851
11	0,40	22,8539	113,2261

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 13

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-8,2296	-37,0719
3	0,86	-30,8450	-66,9104
4	1,29	-64,7358	-89,5156
5	1,72	-106,7916	-104,8874
6	2,15	-153,9022	-113,0258
7	2,58	-202,9571	-113,9310
8	3,01	-250,8460	-107,6027
9	3,44	-294,4586	-94,0411
10	3,87	-330,6846	-73,2462
11	4,30	-356,4136	-45,2179

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 13

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B base della sezione espressa in [cm]  
 H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [kNm]  
 CS coefficiente sicurezza sezione  
 $V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
 $V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
 $V_{Rd}$  Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	0,00	1000,00	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	2188,58	-330,00	557,92	144,45	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	936,14	-308,57	119,32	145,00	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	476,83	-255,82	40,52	145,54	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	295,81	-228,20	18,85	146,09	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	207,59	-214,74	10,58	146,63	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	156,08	-206,88	6,63	147,18	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	122,70	-201,78	4,47	147,72	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	99,54	-198,25	3,17	148,26	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	248,54	-588,27	7,04	230,59	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	213,04	-590,16	5,43	231,13	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	184,81	-591,67	4,28	231,68	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	161,95	-592,88	3,44	232,22	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	143,16	-593,88	2,81	232,77	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	127,52	-594,72	2,32	233,31	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	114,34	-595,42	1,94	155,44	898,50	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	105,44	-609,32	1,68	310,87	899,28	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	122,53	-781,52	1,84	310,87	900,07	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	118,34	-829,13	1,68	310,87	900,86	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	113,87	-872,44	1,53	310,87	901,65	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	114,01	-951,44	1,45	621,74	902,44	621,74

APPROVATO SDR

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 13

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	1927,23	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	482,67	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	214,91	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	121,10	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	77,65	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	54,02	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	39,76	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	30,50	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	24,14	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	19,59	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	54,40	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	14,51	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	6,92	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	4,71	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SGP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	8,15	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	6,18	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	5,40	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	4,60	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	3,32	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	3,37	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	307,1598	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	287,7871	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	107,3579	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,52 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,46	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2753	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	748,2000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	287,7871	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1016,1934	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	944,0386	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3026,6481	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1016,1934	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	287,7871	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,50	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1056,1583	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,81	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	508,6836	[kNm]

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.21
--	------

APPROVATO SDP

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 15

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]

$\alpha$  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]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,24 Y[m]= 2,24

Raggio del cerchio R[m]= 12,84

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -10,00

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 10,40

Larghezza della striscia dx[m]= 0,82

Coefficiente di sicurezza C= 1.52

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	43,5546	73.40	41,7392	0,0280	32.01	0	0
2	79,0374	63.13	70,5063	0,0177	32.01	0	0
3	102,0022	55.85	84,4187	0,0143	32.01	0	0
4	119,6982	49.79	91,4075	0,0124	32.01	0	0
5	134,0998	44.42	93,8501	0,0112	32.01	0	0
6	146,1151	39.50	92,9489	0,0104	32.01	0	0
7	156,2550	34.92	89,4498	0,0098	32.01	0	0
8	166,3762	30.58	84,6543	0,0093	30.63	0	0
9	175,0362	26.43	77,9229	0,0089	29.26	0	0
10	181,0960	22.43	69,0994	0,0087	29.26	0	0
11	186,0783	18.54	59,1636	0,0084	29.26	0	0
12	190,0629	14.73	48,3414	0,0083	29.26	0	0
13	195,1886	11.00	37,2307	0,0082	29.26	0	0
14	80,8710	7.30	10,2822	0,0081	29.26	0	0
15	41,7987	3.64	2,6561	0,0080	29.26	0	0
16	42,2223	-0.00	-0,0022	0,0080	29.26	0	0
17	41,7973	-3.65	-2,6603	0,0080	29.26	0	0

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA





18	40,5182	-7.31	-5,1558	0,0081	29.26	0	0
19	38,3692	-11.00	-7,3226	0,0082	29.26	0	0
20	35,3223	-14.74	-8,9877	0,0083	29.26	0	0
21	31,3361	-18.55	-9,9665	0,0084	29.26	0	0
22	26,3522	-22.44	-10,0577	0,0087	29.26	0	0
23	20,2905	-26.44	-9,0351	0,0089	29.26	0	0
24	13,0417	-30.59	-6,6371	0,0093	30.64	0	0
25	4,4539	-34.93	-2,5501	0,0098	32.01	0	0

$$\Sigma W_i = 2290,9738 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 891,2960 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 1339,9977 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.12$$

### COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica	167,8401	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	152,1148	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	70,9323	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,87	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,00	[°]		
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2167	[°]		
Incremento sismico della spinta	18,0382	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,40	[m]
Coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche	0,2469	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	688,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00	[m]
Inerzia del muro	9,4318	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-4,7159	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	36,3567	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-18,1783	[kN]		

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	214,2514	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	922,1452	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	922,1452	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	214,2514	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,43	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	946,7076	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,08	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	395,3604	[kNm]

Carico ultimo della fondazione 4289,1626 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 5,10 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 272,01 [kPa]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 89,61 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,53$	$i_q = 0,54$	$i_\gamma = 0,41$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

	$N'_c = 25.74$	$N'_q = 18.67$	$N'_\gamma = 13.96$
--	----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 3.01  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 4.65

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 16

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	3,9227	0,2185	1,1971
3	0,80	7,8454	1,0415	3,0228
4	1,20	11,7682	2,7205	5,4771
5	1,60	15,6909	5,5070	8,5599
6	2,00	19,6136	9,6523	12,2713
7	2,40	23,5363	15,4079	16,6113
8	2,80	27,4591	23,0252	21,5799
9	3,20	31,3818	32,7556	27,1770
10	3,60	35,3045	44,8506	33,4027
11	4,00	39,2272	59,5616	40,2570
12	4,40	43,1499	77,1400	47,7399
13	4,80	47,0727	97,8373	55,8513
14	5,20	50,9954	121,9049	64,5913
15	5,60	54,9181	149,5941	73,9599
16	6,00	58,8408	181,1566	83,9570
17	6,40	62,7636	216,8436	94,5828
18	6,80	66,6863	256,9066	105,8370
19	7,20	70,6090	301,5970	117,7199
20	7,60	74,5317	351,1663	130,2314
21	8,00	78,4544	405,8659	143,3714

APPROVATO SDR

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,2015	10,0674
3	0,08	0,8046	20,0776
4	0,12	1,8070	30,0306
5	0,16	3,2063	39,9264
6	0,20	5,0003	49,7649
7	0,24	7,1867	59,5462
8	0,28	9,7633	69,2703
9	0,32	12,7276	78,9372
10	0,36	16,0775	88,5468
11	0,40	19,8106	98,0992

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 16

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-7,8468	-35,3947
3	0,86	-29,4915	-64,1763
4	1,29	-62,0906	-86,3449
5	1,72	-102,8003	-101,9005
6	2,15	-148,7771	-110,8430
7	2,58	-197,1774	-113,1725
8	3,01	-245,1576	-108,8890
9	3,44	-289,8741	-97,9924
10	3,87	-328,4832	-80,4828
11	4,30	-358,1415	-56,3602

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 16

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B base della sezione espressa in [cm]  
 H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [kNm]  
 CS coefficiente sicurezza sezione  
 $V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
 $V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
 $V_{Rd}$  Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	0,00	1000,00	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	3555,98	-198,05	906,51	144,45	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	2375,25	-315,32	302,75	145,00	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	1486,16	-343,57	126,29	145,54	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	861,45	-302,34	54,90	146,09	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	539,15	-265,33	27,49	146,63	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	364,63	-238,70	15,49	147,18	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	266,88	-223,78	9,72	147,72	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	205,41	-214,41	6,55	148,26	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	454,44	-577,31	12,87	230,59	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	382,73	-581,13	9,76	231,13	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	326,74	-584,11	7,57	231,68	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	282,18	-586,48	5,99	232,22	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	246,14	-588,40	4,83	232,77	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	216,59	-589,97	3,94	233,31	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	192,05	-591,28	3,26	155,44	898,50	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	174,96	-604,46	2,79	310,87	899,28	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	205,14	-790,29	3,08	310,87	900,07	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	195,70	-835,92	2,77	310,87	900,86	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	186,27	-877,65	2,50	310,87	901,65	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	184,35	-953,69	2,35	621,74	902,44	621,74

APPROVATO SDR

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 16

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	2221,32	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	556,38	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	247,75	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	139,63	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	89,53	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	62,29	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	45,85	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	35,17	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	27,85	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	22,60	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	57,05	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	15,18	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	7,21	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	4,89	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SDR

Società di Progetto  
Brebemi SpA



6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	8,43	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	6,36	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	5,52	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	4,67	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	3,34	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	3,36	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica	167,8401	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	152,1148	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	70,9323	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,87 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,00	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2167	[°]	

Incremento sismico della spinta	26,8363	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,40 [m]
Coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche	0,2452	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	688,0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]
Inerzia del muro	9,4318	[kN]	
Inerzia verticale del muro	4,7159	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	36,3567	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	18,1783	[kN]	

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	222,2252	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	971,6519	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	971,6519	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	222,2252	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,43	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	996,7404	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12,88	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	414,5054	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4352,7700	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	286,14	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	94,90	[kPa]

APPROVATO SDP

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,53$	$i_q = 0,54$	$i_\gamma = 0,42$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 26.02 \quad N'_q = 18.87 \quad N'_\gamma = 14.18$$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.06
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.48

APPROVATO SDP



## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 17

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	3,9227	0,2844	1,5266
3	0,80	7,8454	1,3051	3,6818
4	1,20	11,7682	3,3136	6,4656
5	1,60	15,6909	6,5614	9,8779
6	2,00	19,6136	11,2998	13,9188
7	2,40	23,5363	17,7802	18,5883
8	2,80	27,4591	26,2542	23,8864
9	3,20	31,3818	36,9732	29,8130
10	3,60	35,3045	50,1884	36,3682
11	4,00	39,2272	66,1515	43,5520
12	4,40	43,1499	85,1138	51,3643
13	4,80	47,0727	107,3268	59,8053
14	5,20	50,9954	133,0419	68,8748
15	5,60	54,9181	162,5104	78,5728
16	6,00	58,8408	195,9840	88,8995
17	6,40	62,7636	233,7138	99,8547
18	6,80	66,6863	275,9515	111,4385
19	7,20	70,6090	322,9485	123,6509
20	7,60	74,5317	374,9560	136,4918
21	8,00	78,4544	432,2257	149,9613

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,2128	10,6310
3	0,08	0,8497	21,2020
4	0,12	1,9082	31,7130
5	0,16	3,3859	42,1640
6	0,20	5,2805	52,5550
7	0,24	7,5895	62,8860
8	0,28	10,3106	73,1570
9	0,32	13,4413	83,3680
10	0,36	16,9792	93,5191
11	0,40	20,9220	103,6101

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 17

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-7,3347	-32,9595
3	0,86	-27,3514	-58,9857
4	1,29	-57,0687	-78,0787
5	1,72	-93,5053	-90,2384
6	2,15	-133,6800	-95,4649
7	2,58	-174,6113	-93,7580
8	3,01	-213,3181	-85,1179
9	3,44	-246,8190	-69,5446
10	3,87	-272,1327	-47,0380
11	4,30	-286,2779	-17,5981

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 17

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B** base della sezione espressa in [cm]  
**H** altezza della sezione espressa in [cm]  
**A<sub>fs</sub>** area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
**A<sub>fi</sub>** area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
**N<sub>u</sub>** sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
**M<sub>u</sub>** momento ultimo espresso in [kNm]  
**CS** coefficiente sicurezza sezione  
**VRcd** Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
**VRsd** Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
**VRd** Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	0,00	1000,00	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	3239,42	-234,84	825,81	144,45	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	2047,98	-340,69	261,04	145,00	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	1160,68	-326,82	98,63	145,54	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	673,37	-281,58	42,91	146,09	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	432,23	-249,01	22,04	146,63	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	303,66	-229,40	12,90	147,18	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	227,82	-217,83	8,30	147,72	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	178,50	-210,30	5,69	148,26	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	407,85	-579,79	11,55	230,59	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	345,77	-583,10	8,81	231,13	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	296,93	-585,70	6,88	231,68	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	257,80	-587,78	5,48	232,22	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	225,95	-589,48	4,43	232,77	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	199,68	-590,87	3,64	233,31	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	177,75	-592,04	3,02	155,44	898,50	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	162,56	-605,33	2,59	310,87	899,28	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	190,61	-788,75	2,86	310,87	900,07	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	182,51	-834,76	2,58	310,87	900,86	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	174,28	-876,79	2,34	310,87	901,65	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	173,04	-953,33	2,21	621,74	902,44	621,74

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 17

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	2103,58	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	526,89	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	234,61	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	132,22	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	84,78	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	58,99	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	43,42	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	33,31	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	26,37	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	21,40	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	61,04	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	16,37	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	7,84	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	5,38	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SDR

Società di Progetto  
Brebemi SpA



6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	9,38	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	7,18	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	6,35	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	5,48	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	4,03	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	4,20	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	213,1708	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	199,7261	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	74,5070	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,87 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,46	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2753	[°]	

Incremento sismico della spinta	19,6886	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,40 [m]
Coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche	0,3093	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	688,0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]
Inerzia del muro	9,4318	[kN]	
Inerzia verticale del muro	-4,7159	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	36,3567	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-18,1783	[kN]	

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	263,9614	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	924,9782	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	924,9782	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	263,9614	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,58	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	961,9045	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,93	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	537,0304	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1398,4529	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	305,25	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	57,49	[kPa]

APPROVATO SDP

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.38$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,43$	$i_q = 0,46$	$i_\gamma = 0,33$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 12.97 \quad N'_q = 8.20 \quad N'_\gamma = 4.39$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.96
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.51

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 18

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	3,9227	0,2489	1,3822
3	0,80	7,8454	1,2158	3,5897
4	1,20	11,7682	3,2308	6,6226
5	1,60	15,6909	6,6239	10,4808
6	2,00	19,6136	11,7254	15,1642
7	2,40	23,5363	18,8654	20,6730
8	2,80	27,4591	28,3739	27,0071
9	3,20	31,3818	40,5811	34,1665
10	3,60	35,3045	55,8171	42,1513
11	4,00	39,2272	74,4121	50,9613
12	4,40	43,1499	96,6962	60,5967
13	4,80	47,0727	122,9995	71,0573
14	5,20	50,9954	153,6521	82,3433
15	5,60	54,9181	188,9842	94,4546
16	6,00	58,8408	229,3259	107,3912
17	6,40	62,7636	275,0073	121,1532
18	6,80	66,6863	326,3585	135,7404
19	7,20	70,6090	383,7096	151,1530
20	7,60	74,5317	447,3909	167,3909
21	8,00	78,4544	517,7324	184,4541

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 18

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,2280	11,3866
3	0,08	0,9099	22,6955
4	0,12	2,0426	33,9267
5	0,16	3,6230	45,0801
6	0,20	5,6480	56,1558
7	0,24	8,1144	67,1538
8	0,28	11,0192	78,0740
9	0,32	14,3593	88,9165
10	0,36	18,1315	99,6813
11	0,40	22,3328	110,3683

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 18

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-10,6470	-48,0236
3	0,86	-40,0128	-87,0645
4	1,29	-84,2349	-117,1227
5	1,72	-139,4508	-138,1982
6	2,15	-201,7979	-150,2911
7	2,58	-267,4136	-153,4012
8	3,01	-332,4354	-147,5287
9	3,44	-393,0008	-132,6734
10	3,87	-445,2471	-108,8355
11	4,30	-485,3118	-76,0149

APPROVATO SDP



## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 18

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B base della sezione espressa in [cm]  
 H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [kNm]  
 CS coefficiente sicurezza sezione  
 $V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
 $V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
 $V_{Rd}$  Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	0,00	1000,00	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	3407,29	-216,22	868,60	144,45	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	2148,89	-333,02	273,90	145,00	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	1198,11	-328,92	101,81	145,54	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	664,75	-280,62	42,37	146,09	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	411,16	-245,80	20,96	146,63	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	282,09	-226,11	11,99	147,18	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	207,85	-214,78	7,57	147,72	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	160,50	-207,55	5,11	148,26	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	368,06	-581,91	10,43	230,59	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	308,43	-585,09	7,86	231,13	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	262,19	-587,55	6,08	231,68	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	225,60	-589,49	4,79	232,22	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	196,17	-591,06	3,85	232,77	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	172,13	-592,34	3,13	233,31	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	152,26	-593,40	2,59	155,44	898,50	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	138,53	-607,01	2,21	310,87	899,28	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	160,52	-785,55	2,41	310,87	900,07	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	153,14	-832,18	2,17	310,87	900,86	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	145,72	-874,73	1,96	310,87	901,65	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	144,32	-952,41	1,84	621,74	902,44	621,74

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 18

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	1963,60	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	492,02	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	219,17	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	123,57	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	79,26	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	55,17	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	40,63	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	31,18	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	24,69	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	20,05	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	42,05	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	11,19	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	5,31	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	3,61	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SDR

Società di Progetto  
Brebemi SpA



6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	6,21	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	4,69	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	4,07	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	3,44	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	2,46	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	2,48	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 19

Valore della spinta statica	213,1708	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	199,7261	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	74,5070	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,87 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,46	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2753	[°]	

Incremento sismico della spinta	30,8724	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,40 [m]
Coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche	0,3074	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	688,0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]
Inerzia del muro	9,4318	[kN]	
Inerzia verticale del muro	4,7159	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	36,3567	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	18,1783	[kN]	

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	274,4398	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	974,6756	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	974,6756	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	274,4398	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,58	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1012,5758	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,73	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	566,7093	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1418,3473	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	321,84	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	60,38	[kPa]

APPROVATO SDP

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.38$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,43$	$i_q = 0,47$	$i_\gamma = 0,33$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 13.14$	$N'_q = 8.29$	$N'_\gamma = 4.46$
----------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.46

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 19

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	3,9227	0,3355	1,8152
3	0,80	7,8454	1,5622	4,4557
4	1,20	11,7682	4,0102	7,9216
5	1,60	15,6909	8,0095	12,2127
6	2,00	19,6136	13,8904	17,3292
7	2,40	23,5363	21,9829	23,2710
8	2,80	27,4591	32,6172	30,0381
9	3,20	31,3818	46,1234	37,6305
10	3,60	35,3045	62,8316	46,0482
11	4,00	39,2272	83,0720	55,2912
12	4,40	43,1499	107,1746	65,3596
13	4,80	47,0727	135,4697	76,2532
14	5,20	50,9954	168,2872	87,9722
15	5,60	54,9181	205,9575	100,5165
16	6,00	58,8408	248,8105	113,8861
17	6,40	62,7636	297,1764	128,0810
18	6,80	66,6863	351,3854	143,1013
19	7,20	70,6090	411,7675	158,9468
20	7,60	74,5317	478,6529	175,6177
21	8,00	78,4544	552,3717	193,1139

APPROVATO SDR

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 19

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,2412	12,0481
3	0,08	0,9628	24,0142
4	0,12	2,1613	35,8982
5	0,16	3,8335	47,7003
6	0,20	5,9762	59,4203
7	0,24	8,5861	71,0583
8	0,28	11,6598	82,6142
9	0,32	15,1941	94,0881
10	0,36	19,1857	105,4800
11	0,40	23,6314	116,7899

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 19

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-10,3434	-46,5291
3	0,86	-38,6564	-83,5792
4	1,29	-80,8628	-111,1501
5	1,72	-132,8868	-129,2418
6	2,15	-190,6521	-137,8545
7	2,58	-250,0830	-136,9881
8	3,01	-307,1032	-126,6425
9	3,44	-357,6368	-106,8178
10	3,87	-397,6078	-77,5140
11	4,30	-422,9402	-38,7311

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 19

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B base della sezione espressa in [cm]  
 H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [kNm]  
 CS coefficiente sicurezza sezione  
 $V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
 $V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
 $V_{Rd}$  Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	0,00	1000,00	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	3016,60	-258,03	769,01	144,45	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	1754,68	-349,40	223,66	145,00	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	895,60	-305,19	76,10	145,54	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	511,53	-261,11	32,60	146,09	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	329,48	-233,34	16,80	146,63	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	234,27	-218,81	9,95	147,18	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	176,83	-210,04	6,44	147,72	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	138,98	-204,27	4,43	148,26	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	328,16	-584,04	9,30	230,59	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	277,07	-586,76	7,06	231,13	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	237,09	-588,88	5,49	231,68	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	205,21	-590,58	4,36	232,22	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	179,38	-591,96	3,52	232,77	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	158,14	-593,09	2,88	233,31	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	140,48	-594,03	2,39	155,44	898,50	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	128,35	-607,72	2,04	310,87	899,28	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	148,85	-784,31	2,23	310,87	900,07	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	142,54	-831,25	2,02	310,87	900,86	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	136,10	-874,04	1,83	310,87	901,65	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	135,23	-952,12	1,72	621,74	902,44	621,74

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 19

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	1855,80	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	465,00	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	207,14	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	116,78	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	74,91	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	52,14	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	38,40	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	29,46	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	23,33	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	18,94	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	43,28	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	11,58	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	5,54	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	3,78	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SGP

Società di Progetto  
Brebemi SpA





6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	6,58	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	5,01	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	4,41	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	3,78	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	2,76	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	2,84	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica	213,1708	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	199,7261	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	74,5070	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,87 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,46	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2753	[°]	

Incremento sismico della spinta	19,6886	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,40 [m]
Coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche	0,3093	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	688,0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]
Inerzia del muro	9,4318	[kN]	
Inerzia verticale del muro	-4,7159	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	36,3567	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-18,1783	[kN]	

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	263,9614	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	924,9782	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	925,1654	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2746,8294	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	924,9782	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	263,9614	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,58	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	961,9045	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,93	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	537,0304	[kNm]

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.97
--	------

### COMBINAZIONE n° 21

APPROVATO SDP

Valore della spinta statica	213,1708	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	199,7261	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	74,5070	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,87 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,46	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2753	[°]	
Incremento sismico della spinta	30,8724	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,40 [m]
Coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche	0,3074	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	688,0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]
Inerzia del muro	9,4318	[kN]	
Inerzia verticale del muro	4,7159	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	36,3567	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	18,1783	[kN]	

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	274,4398	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	974,6756	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	909,6608	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2828,3744	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	974,6756	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	274,4398	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,58	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1012,5758	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,73	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	566,7093	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.11
--	------

APPROVATO SDP

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 22

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]

$\alpha$  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]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,50 Y[m]= 1,50

Raggio del cerchio R[m]= 11,82

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8,54

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 10,23

Larghezza della striscia dx[m]= 0,75

Coefficiente di sicurezza C= 1.49

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	21,6345	75.39	20,9353	0,0292	32.01	0	0
2	54,8725	64.08	49,3546	0,0168	32.01	0	0
3	75,0286	56.61	62,6419	0,0134	32.01	0	0
4	90,4056	50.44	69,6961	0,0116	32.01	0	0
5	102,8685	45.00	72,7417	0,0104	32.01	0	0
6	113,2460	40.05	72,8654	0,0096	32.01	0	0
7	121,9968	35.43	70,7294	0,0090	32.01	0	0
8	129,6864	31.07	66,9352	0,0086	31.74	0	0
9	138,3781	26.91	62,6183	0,0083	29.26	0	0
10	143,6193	22.89	55,8552	0,0080	29.26	0	0
11	147,9391	18.98	48,1270	0,0078	29.26	0	0
12	151,4077	15.17	39,6275	0,0076	29.26	0	0
13	154,0764	11.43	30,5290	0,0075	29.26	0	0
14	166,2005	7.73	22,3638	0,0074	29.26	0	0
15	59,1547	4.07	4,1987	0,0074	29.26	0	0
16	34,7381	0.42	0,2570	0,0074	29.26	0	0
17	34,4626	-3.22	-1,9362	0,0074	29.26	0	0

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



18	33,4652	-6.88	-4,0079	0,0074	29.26	0	0
19	31,7335	-10.56	-5,8182	0,0075	29.26	0	0
20	29,2453	-14.30	-7,2215	0,0076	29.26	0	0
21	25,9668	-18.09	-8,0631	0,0077	29.26	0	0
22	21,8506	-21.97	-8,1745	0,0079	29.26	0	0
23	16,8313	-25.96	-7,3673	0,0082	29.26	0	0
24	10,8199	-30.09	-5,4243	0,0085	31.13	0	0
25	3,6928	-34.40	-2,0863	0,0089	32.01	0	0

$$\Sigma W_i = 1913,3209 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 699,3770 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 1117,7017 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.65$$

APPROVATO SDP

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 23

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]

$\alpha$  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]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,24 Y[m]= 2,99

Raggio del cerchio R[m]= 13,49

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -10,07

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 10,91

Larghezza della striscia dx[m]= 0,84

Coefficiente di sicurezza C= 1.48

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	20,9874	71.44	19,8962	0,0259	32.01	0	0
2	55,3076	62.15	48,8999	0,0176	32.01	0	0
3	78,7785	55.20	64,6902	0,0144	32.01	0	0
4	97,1190	49.34	73,6720	0,0126	32.01	0	0
5	112,1533	44.12	78,0731	0,0115	32.01	0	0
6	124,7575	39.33	79,0654	0,0106	32.01	0	0
7	135,4357	34.85	77,3900	0,0100	32.01	0	0
8	144,8793	30.60	73,7583	0,0096	31.69	0	0
9	155,2283	26.54	69,3567	0,0092	29.26	0	0
10	161,6819	22.61	62,1695	0,0089	29.26	0	0
11	167,0150	18.80	53,8186	0,0087	29.26	0	0
12	171,3101	15.07	44,5344	0,0085	29.26	0	0
13	174,6279	11.40	34,5228	0,0084	29.26	0	0
14	121,1214	7.78	16,4029	0,0083	29.26	0	0
15	41,1573	4.20	3,0110	0,0083	29.26	0	0
16	41,7509	0.62	0,4548	0,0082	29.26	0	0
17	41,4653	-2.94	-2,1301	0,0082	29.26	0	0

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



18	40,2970	-6.53	-4,5793	0,0083	29.26	0	0
19	38,2321	-10.13	-6,7252	0,0084	29.26	0	0
20	35,2453	-13.78	-8,3945	0,0085	29.26	0	0
21	31,2981	-17.48	-9,4034	0,0086	29.26	0	0
22	26,3364	-21.27	-9,5528	0,0088	29.26	0	0
23	20,2859	-25.15	-8,6217	0,0091	29.26	0	0
24	13,0460	-29.16	-6,3574	0,0094	30.77	0	0
25	4,4791	-33.34	-2,4617	0,0099	32.01	0	0

$$\Sigma W_i = 2053,9964 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 741,4897 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 1200,1413 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.95$$


#### COMBINAZIONE n° 24

#### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	175,4692	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	159,0291	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	74,1565	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,80 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,00	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2167	[°]	
Incremento sismico della spinta	28,0561	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,40 [m]
Coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche	0,2452	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	705,2000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]
Inerzia del muro	9,4318	[kN]	
Inerzia verticale del muro	4,7159	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	37,2656	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	18,6328	[kN]	

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	231,1540	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	993,0461	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	993,0461	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	231,1540	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,44	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1019,5944	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,10	[°]

	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEII100002000000200	REV. A00	FOGLIO 238 di 334
---	----------------------------	--	-------------	----------------------

Momento rispetto al baricentro della fondazione 437,5575 [kNm]  
Carico ultimo della fondazione 4258,1694 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 5,10 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 295,65 [kPa]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 93,78 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,52$	$i_q = 0,54$	$i_\gamma = 0,41$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 25.70$	$N'_q = 18.65$	$N'_\gamma = 13.94$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 3.01  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 4.29

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 24

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	3,9227	0,3573	1,8912
3	0,80	7,8454	1,5967	4,4109
4	1,20	11,7682	3,9698	7,5592
5	1,60	15,6909	7,7279	11,3361
6	2,00	19,6136	13,1225	15,7415
7	2,40	23,5363	20,4049	20,7755
8	2,80	27,4591	29,8267	26,4381
9	3,20	31,3818	41,6393	32,7293
10	3,60	35,3045	56,0940	39,6491
11	4,00	39,2272	73,4423	47,1974
12	4,40	43,1499	93,9357	55,3743
13	4,80	47,0727	117,8255	64,1797
14	5,20	50,9954	145,3633	73,6138
15	5,60	54,9181	176,8004	83,6764
16	6,00	58,8408	212,3882	94,3676
17	6,40	62,7636	252,3782	105,6873
18	6,80	66,6863	297,0219	117,6357
19	7,20	70,6090	346,5706	130,2126
20	7,60	74,5317	401,2757	143,4180
21	8,00	78,4544	461,3888	157,2521

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 24

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA





1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,2204	11,0098
3	0,08	0,8799	21,9563
4	0,12	1,9761	32,8395
5	0,16	3,5063	43,6593
6	0,20	5,4680	54,4158
7	0,24	7,8587	65,1090
8	0,28	10,6758	75,7388
9	0,32	13,9169	86,3053
10	0,36	17,5794	96,8085
11	0,40	21,6608	107,2483

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 24

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-7,7807	-34,9695
3	0,86	-29,0247	-62,6201
4	1,29	-60,5850	-82,9519
5	1,72	-99,3143	-95,9649
6	2,15	-142,0657	-101,6589
7	2,58	-185,6920	-100,0342
8	3,01	-227,0461	-91,0906
9	3,44	-262,9809	-74,8281
10	3,87	-290,3492	-51,2468
11	4,30	-306,0041	-20,3467

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 24

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B base della sezione espressa in [cm]  
 H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [kNm]  
 CS coefficiente sicurezza sezione  
 $V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
 $V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
 $V_{Rd}$  Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	0,00	1000,00	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	2928,67	-266,74	746,59	144,45	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	1720,29	-350,12	219,27	145,00	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	907,69	-306,19	77,13	145,54	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	538,54	-265,24	34,32	146,09	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	354,45	-237,15	18,07	146,63	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	256,26	-222,16	10,89	147,18	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	196,07	-212,98	7,14	147,72	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	155,89	-206,85	4,97	148,26	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	366,30	-582,01	10,38	230,59	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	312,40	-584,87	7,96	231,13	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	269,71	-587,15	6,25	231,68	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	235,30	-588,98	5,00	232,22	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	207,15	-590,48	4,06	232,77	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	183,80	-591,72	3,35	233,31	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	164,22	-592,76	2,79	155,44	898,50	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	150,74	-606,16	2,40	310,87	899,28	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	176,76	-787,28	2,65	310,87	900,07	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	169,84	-833,65	2,41	310,87	900,86	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	162,70	-875,95	2,18	310,87	901,65	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	162,04	-952,98	2,07	621,74	902,44	621,74

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 24

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	2031,17	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	508,77	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	226,55	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	127,68	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	81,87	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	56,97	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	41,93	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	32,17	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	25,47	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	20,67	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	57,54	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	15,42	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	7,39	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	5,06	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SDR

Società di Progetto  
Brebemi SpA



6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	8,83	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	6,75	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	5,96	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	5,15	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	3,78	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	3,93	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 25

Valore della spinta statica	175,4692	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	159,0291	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	74,1565	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,80 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,00	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2167	[°]	

Incremento sismico della spinta	18,8581	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,40 [m]
Coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche	0,2469	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	705,2000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]
Inerzia del muro	9,4318	[kN]	
Inerzia verticale del muro	-4,7159	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	37,2656	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-18,6328	[kN]	

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	222,8177	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	942,4614	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	942,4614	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	222,8177	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,44	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	968,4427	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,30	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	417,6122	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	4194,8026	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	281,13	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	88,46	[kPa]

APPROVATO SDP

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,52$	$i_q = 0,53$	$i_\gamma = 0,40$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 25.42 \quad N'_q = 18.46 \quad N'_\gamma = 13.73$$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.96
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.45

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 25

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	3,9227	0,2881	1,5452
3	0,80	7,8454	1,3200	3,7189
4	1,20	11,7682	3,3470	6,5213
5	1,60	15,6909	6,6208	9,9522
6	2,00	19,6136	11,3926	14,0117
7	2,40	23,5363	17,9139	18,6997
8	2,80	27,4591	26,4362	24,0163
9	3,20	31,3818	37,2108	29,9615
10	3,60	35,3045	50,4892	36,5353
11	4,00	39,2272	66,5229	43,7377
12	4,40	43,1499	85,5632	51,5686
13	4,80	47,0727	107,8615	60,0281
14	5,20	50,9954	133,6694	69,1161
15	5,60	54,9181	163,2383	78,8328
16	6,00	58,8408	196,8195	89,1780
17	6,40	62,7636	234,6644	100,1518
18	6,80	66,6863	277,0247	111,7541
19	7,20	70,6090	324,1516	123,9851
20	7,60	74,5317	376,2965	136,8446
21	8,00	78,4544	433,7110	150,3327

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 25

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,2088	10,4305
3	0,08	0,8336	20,8005
4	0,12	1,8720	31,1101
5	0,16	3,3216	41,3593
6	0,20	5,1800	51,5480
7	0,24	7,4447	61,6762
8	0,28	10,1133	71,7441
9	0,32	13,1834	81,7514
10	0,36	16,6526	91,6983
11	0,40	20,5184	101,5848

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 25

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-8,2962	-37,4229
3	0,86	-31,1824	-67,8605
4	1,29	-65,6550	-91,3129
5	1,72	-108,7103	-107,7800
6	2,15	-157,3446	-117,2620
7	2,58	-208,5544	-119,7587
8	3,01	-259,3358	-115,2701
9	3,44	-306,6854	-103,7963
10	3,87	-347,5995	-85,3373
11	4,30	-379,0743	-59,8931

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 25

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B base della sezione espressa in [cm]  
 H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [kNm]  
 CS coefficiente sicurezza sezione  
 $V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
 $V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
 $V_{Rd}$  Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	0,00	1000,00	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	3222,78	-236,68	821,57	144,45	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	2032,10	-341,89	259,02	145,00	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	1146,24	-326,01	97,40	145,54	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	665,17	-280,67	42,39	146,09	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	427,45	-248,29	21,79	146,63	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	300,83	-228,96	12,78	147,18	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	225,96	-217,54	8,23	147,72	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	177,19	-210,10	5,65	148,26	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	405,51	-579,92	11,49	230,59	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	343,90	-583,20	8,77	231,13	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	295,41	-585,78	6,85	231,68	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	256,55	-587,85	5,45	232,22	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	224,91	-589,53	4,41	232,77	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	198,80	-590,92	3,62	233,31	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	177,01	-592,08	3,01	155,44	898,50	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	161,91	-605,37	2,58	310,87	899,28	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	189,85	-788,66	2,85	310,87	900,07	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	181,82	-834,70	2,58	310,87	900,86	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	173,65	-876,74	2,33	310,87	901,65	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	172,45	-953,31	2,20	621,74	902,44	621,74

APPROVATO SDP



## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 25

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	2143,97	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	537,03	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	239,14	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	134,78	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	86,43	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	60,13	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	44,27	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	33,96	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	26,88	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	21,82	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	53,96	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	14,36	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	6,82	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	4,63	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SDR

Società di Progetto  
Brebemi SpA



6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	7,97	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	6,01	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	5,22	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	4,41	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	3,16	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	3,17	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 26

Valore della spinta statica	222,8604	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	208,8045	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	77,8937	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,80 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,46	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2753	[°]	

Incremento sismico della spinta	20,5836	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,40 [m]
Coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche	0,3093	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	705,2000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]
Inerzia del muro	9,4318	[kN]	
Inerzia verticale del muro	-4,7159	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	37,2656	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-18,6328	[kN]	

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	274,7873	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	945,4232	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	945,4232	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	274,7873	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,60	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	984,5471	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,21	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	568,8959	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1355,6555	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	316,61	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	54,14	[kPa]

APPROVATO SDP

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.38$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,42$	$i_q = 0,46$	$i_\gamma = 0,32$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 12.74 \quad N'_q = 8.07 \quad N'_\gamma = 4.29$$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.93
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.43

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 26

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	3,9227	0,3391	1,8330
3	0,80	7,8454	1,5764	4,4913
4	1,20	11,7682	4,0422	7,9749
5	1,60	15,6909	8,0664	12,2838
6	2,00	19,6136	13,9793	17,4181
7	2,40	23,5363	22,1109	23,3776
8	2,80	27,4591	32,7914	30,1625
9	3,20	31,3818	46,3509	37,7727
10	3,60	35,3045	63,1196	46,2082
11	4,00	39,2272	83,4275	55,4690
12	4,40	43,1499	107,6049	65,5551
13	4,80	47,0727	135,9817	76,4666
14	5,20	50,9954	168,8882	88,2033
15	5,60	54,9181	206,6544	100,7654
16	6,00	58,8408	249,6106	114,1528
17	6,40	62,7636	298,0867	128,3655
18	6,80	66,6863	352,4130	143,4035
19	7,20	70,6090	412,9196	159,2669
20	7,60	74,5317	479,9365	175,9555
21	8,00	78,4544	553,7940	193,4695

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 26

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,2370	11,8387
3	0,08	0,9460	23,5950
4	0,12	2,1236	35,2691
5	0,16	3,7664	46,8607
6	0,20	5,8713	58,3701
7	0,24	8,4349	69,7970
8	0,28	11,4540	81,1417
9	0,32	14,9252	92,4040
10	0,36	18,8452	103,5839
11	0,40	23,2108	114,6815

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 26

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-11,2875	-50,9141
3	0,86	-42,4222	-92,3126
4	1,29	-89,3124	-124,1953
5	1,72	-147,8663	-146,5623
6	2,15	-213,9921	-159,4137
7	2,58	-283,5981	-162,7494
8	3,01	-352,5926	-156,5693
9	3,44	-416,8838	-140,8736
10	3,87	-472,3800	-115,6622
11	4,30	-514,9894	-80,9351

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 26

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B base della sezione espressa in [cm]  
 H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [kNm]  
 CS coefficiente sicurezza sezione  
 $V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
 $V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
 $V_{Rd}$  Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	0,00	1000,00	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	3001,87	-259,49	765,25	144,45	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	1740,35	-349,70	221,83	145,00	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	886,24	-304,41	75,31	145,54	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	506,40	-260,33	32,27	146,09	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	326,81	-232,93	16,66	146,63	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	232,65	-218,56	9,88	147,18	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	175,75	-209,88	6,40	147,72	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	138,22	-204,15	4,40	148,26	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	326,71	-584,11	9,25	230,59	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	275,92	-586,82	7,03	231,13	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	236,16	-588,93	5,47	231,68	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	204,45	-590,62	4,34	232,22	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	178,75	-591,99	3,51	232,77	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	157,62	-593,11	2,87	233,31	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	140,04	-594,05	2,38	155,44	898,50	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	127,96	-607,75	2,04	310,87	899,28	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	148,40	-784,27	2,23	310,87	900,07	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	142,14	-831,22	2,01	310,87	900,86	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	135,73	-874,01	1,82	310,87	901,65	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	134,88	-952,11	1,72	621,74	902,44	621,74

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 26

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	1888,58	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	473,24	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	210,82	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	118,86	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	76,25	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	53,08	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	39,09	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	30,00	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	23,76	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	19,29	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	39,66	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	10,55	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	5,01	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	3,40	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SDR

Società di Progetto  
Brebemi SpA



6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	5,86	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	4,42	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	3,84	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	3,25	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	2,32	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	2,33	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 27

Valore della spinta statica	222,8604	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	208,8045	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	77,8937	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,80 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,46	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2753	[°]	

Incremento sismico della spinta	32,2757	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,40 [m]
Coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche	0,3074	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	705,2000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]
Inerzia del muro	9,4318	[kN]	
Inerzia verticale del muro	4,7159	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	37,2656	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	18,6328	[kN]	

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	285,7420	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	996,2072	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	996,2072	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	285,7420	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,60	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1036,3770	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,00	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	599,8538	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1375,4262	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	333,71	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	56,96	[kPa]

APPROVATO SDP



Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.38$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,43$	$i_q = 0,46$	$i_\gamma = 0,33$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 12.91$	$N'_q = 8.16$	$N'_\gamma = 4.36$
----------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.95
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.38

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 27

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	3,9227	0,4300	2,2876
3	0,80	7,8454	1,9401	5,4006
4	1,20	11,7682	4,8605	9,3388
5	1,60	15,6909	9,5212	14,1024
6	2,00	19,6136	16,2525	19,6913
7	2,40	23,5363	25,3843	26,1055
8	2,80	27,4591	37,2469	33,3450
9	3,20	31,3818	52,1704	41,4098
10	3,60	35,3045	70,4848	50,3000
11	4,00	39,2272	92,5204	60,0154
12	4,40	43,1499	118,6072	70,5562
13	4,80	47,0727	149,0754	81,9223
14	5,20	50,9954	184,2550	94,1137
15	5,60	54,9181	224,4764	107,1304
16	6,00	58,8408	270,0694	120,9724
17	6,40	62,7636	321,3643	135,6398
18	6,80	66,6863	378,6913	151,1324
19	7,20	70,6090	442,3803	167,4504
20	7,60	74,5317	512,7616	184,5937
21	8,00	78,4544	590,1653	202,5623

APPROVATO SDR

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 27

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,2507	12,5204
3	0,08	1,0005	24,9540
4	0,12	2,2459	37,3008
5	0,16	3,9834	49,5607
6	0,20	6,2096	61,7339
7	0,24	8,9209	73,8202
8	0,28	12,1140	85,8196
9	0,32	15,7853	97,7323
10	0,36	19,9314	109,5581
11	0,40	24,5488	121,2971

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 27

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-10,9900	-49,4442
3	0,86	-41,0839	-88,8549
4	1,29	-85,9671	-118,2321
5	1,72	-141,3254	-137,5758
6	2,15	-202,8442	-146,8860
7	2,58	-266,2092	-146,1626
8	3,01	-327,1059	-135,4058
9	3,44	-381,2200	-114,6154
10	3,87	-424,2370	-83,7915
11	4,30	-451,8426	-42,9341

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 27

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B** base della sezione espressa in [cm]  
**H** altezza della sezione espressa in [cm]  
**A<sub>fs</sub>** area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
**A<sub>fi</sub>** area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
**N<sub>u</sub>** sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
**M<sub>u</sub>** momento ultimo espresso in [kNm]  
**CS** coefficiente sicurezza sezione  
**VRcd** Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
**VRsd** Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
**VRd** Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	0,00	1000,00	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	2659,12	-291,50	677,88	144,45	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	1368,85	-338,51	174,48	145,00	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	684,83	-282,85	58,19	145,54	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	403,03	-244,56	25,69	146,09	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	270,78	-224,38	13,81	146,63	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	197,71	-213,23	8,40	147,18	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	152,06	-206,27	5,54	147,72	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	121,25	-201,56	3,86	148,26	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	293,46	-585,88	8,31	230,59	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	249,40	-588,23	6,36	231,13	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	214,67	-590,08	4,98	231,68	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	186,79	-591,56	3,97	232,22	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	164,06	-592,77	3,22	232,77	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	145,27	-593,77	2,65	233,31	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	129,55	-594,61	2,20	155,44	898,50	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	118,82	-608,39	1,89	310,87	899,28	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	137,91	-783,15	2,07	310,87	900,07	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	132,54	-830,37	1,88	310,87	900,86	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	126,95	-873,38	1,70	310,87	901,65	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	126,53	-951,84	1,61	621,74	902,44	621,74

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 27

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	1785,75	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	447,47	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	199,34	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	112,39	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	72,10	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	50,18	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	36,96	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	28,36	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	22,46	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	18,24	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	40,74	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	10,90	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	5,21	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	3,56	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SDR

Società di Progetto  
Brebemi SpA



6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	6,18	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	4,71	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	4,14	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	3,55	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	2,59	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	2,66	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 28

Valore della spinta statica	222,8604	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	208,8045	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	77,8937	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,80 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,46	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2753	[°]	

Incremento sismico della spinta	20,5836	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,40 [m]
Coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche	0,3093	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	705,2000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]
Inerzia del muro	9,4318	[kN]	
Inerzia verticale del muro	-4,7159	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	37,2656	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-18,6328	[kN]	

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	274,7873	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	945,4232	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	974,5034	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2816,4367	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	945,4232	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	274,7873	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,60	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	984,5471	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,21	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	568,8959	[kNm]

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.89
--	------

### COMBINAZIONE n° 29

APPROVATO SDP

Valore della spinta statica	222,8604	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	208,8045	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	77,8937	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,80 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,46	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2753	[°]	
Incremento sismico della spinta	32,2757	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4,30	[m]	Y = -4,40 [m]
Coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche	0,3074	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	705,2000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]
Inerzia del muro	9,4318	[kN]	
Inerzia verticale del muro	4,7159	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	37,2656	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	18,6328	[kN]	
<i><u>Risultanti</u></i>			
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	285,7420	[kN]	
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	996,2072	[kN]	
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	959,7539	[kNm]	
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2900,2285	[kNm]	
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	996,2072	[kN]	
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	285,7420	[kN]	
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,60	[m]	
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]	
Risultante in fondazione	1036,3770	[kN]	
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,00	[°]	
Momento rispetto al baricentro della fondazione	599,8538	[kNm]	
<b><u>COEFFICIENTI DI SICUREZZA</u></b>			
Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.02		

APPROVATO SDP

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 30

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]

$\alpha$  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]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,24 Y[m]= 2,99

Raggio del cerchio R[m]= 13,49

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -10,07

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 10,91

Larghezza della striscia dx[m]= 0,84

Coefficiente di sicurezza C= 1.47

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	24,3449	71.44	23,0791	0,0259	32.01	0	0
2	58,6652	62.15	51,8684	0,0176	32.01	0	0
3	82,1360	55.20	67,4473	0,0144	32.01	0	0
4	100,4765	49.34	76,2190	0,0126	32.01	0	0
5	115,5108	44.12	80,4104	0,0115	32.01	0	0
6	128,1150	39.33	81,1932	0,0106	32.01	0	0
7	138,7932	34.85	79,3086	0,0100	32.01	0	0
8	148,2368	30.60	75,4676	0,0096	31.69	0	0
9	158,5859	26.54	70,8569	0,0092	29.26	0	0
10	165,0395	22.61	63,4606	0,0089	29.26	0	0
11	170,3726	18.80	54,9005	0,0087	29.26	0	0
12	174,6677	15.07	45,4073	0,0085	29.26	0	0
13	177,9854	11.40	35,1865	0,0084	29.26	0	0
14	121,1238	7.78	16,4032	0,0083	29.26	0	0
15	41,1573	4.20	3,0110	0,0083	29.26	0	0
16	41,7509	0.62	0,4548	0,0082	29.26	0	0
17	41,4653	-2.94	-2,1301	0,0082	29.26	0	0

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA





18	40,2970	-6.53	-4,5793	0,0083	29.26	0	0
19	38,2321	-10.13	-6,7252	0,0084	29.26	0	0
20	35,2453	-13.78	-8,3945	0,0085	29.26	0	0
21	31,2981	-17.48	-9,4034	0,0086	29.26	0	0
22	26,3364	-21.27	-9,5528	0,0088	29.26	0	0
23	20,2859	-25.15	-8,6217	0,0091	29.26	0	0
24	13,0460	-29.16	-6,3574	0,0094	30.77	0	0
25	4,4791	-33.34	-2,4617	0,0099	32.01	0	0

$$\Sigma W_i = 2097,6466 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 766,4483 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 1226,3096 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.95$$

APPROVATO SDP

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 31

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]

$\alpha$  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]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,24 Y[m]= 2,99

Raggio del cerchio R[m]= 13,49

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -10,07

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 10,91

Larghezza della striscia dx[m]= 0,84

Coefficiente di sicurezza C= 1.46

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	24,3449	71.44	23,0791	0,0259	32.01	0	0
2	58,6652	62.15	51,8684	0,0176	32.01	0	0
3	82,1360	55.20	67,4473	0,0144	32.01	0	0
4	100,4765	49.34	76,2190	0,0126	32.01	0	0
5	115,5108	44.12	80,4104	0,0115	32.01	0	0
6	128,1150	39.33	81,1932	0,0106	32.01	0	0
7	138,7932	34.85	79,3086	0,0100	32.01	0	0
8	148,2368	30.60	75,4676	0,0096	31.69	0	0
9	158,5859	26.54	70,8569	0,0092	29.26	0	0
10	165,0395	22.61	63,4606	0,0089	29.26	0	0
11	170,3726	18.80	54,9005	0,0087	29.26	0	0
12	174,6677	15.07	45,4073	0,0085	29.26	0	0
13	177,9854	11.40	35,1865	0,0084	29.26	0	0
14	121,1238	7.78	16,4032	0,0083	29.26	0	0
15	41,1573	4.20	3,0110	0,0083	29.26	0	0
16	41,7509	0.62	0,4548	0,0082	29.26	0	0
17	41,4653	-2.94	-2,1301	0,0082	29.26	0	0

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



18	40,2970	-6.53	-4,5793	0,0083	29.26	0	0
19	38,2321	-10.13	-6,7252	0,0084	29.26	0	0
20	35,2453	-13.78	-8,3945	0,0085	29.26	0	0
21	31,2981	-17.48	-9,4034	0,0086	29.26	0	0
22	26,3364	-21.27	-9,5528	0,0088	29.26	0	0
23	20,2859	-25.15	-8,6217	0,0091	29.26	0	0
24	13,0460	-29.16	-6,3574	0,0094	30.77	0	0
25	4,4791	-33.34	-2,4617	0,0099	32.01	0	0

$$\Sigma W_i = 2097,6466 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 766,4483 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 1226,3096 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.95$$

### COMBINAZIONE n° 32

#### **Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole**

Valore della spinta statica	218,1921	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	197,7492	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	92,2120	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,87 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,00	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2167	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	894,4000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	197,7492	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1218,6410	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1218,6410	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	197,7492	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,15	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1234,5812	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,22	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	186,0458	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	6279,0852	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	281,87	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	196,03	[kPa]

APPROVATO SDP

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,64$	$i_q = 0,66$	$i_\gamma = 0,55$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 31.58 \quad N'_q = 22.68 \quad N'_\gamma = 18.56$$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.32
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.15

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 32

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	5,0995	0,0545	0,4086
3	0,80	10,1991	0,4358	1,6343
4	1,20	15,2986	1,4709	3,6772
5	1,60	20,3982	3,4865	6,5372
6	2,00	25,4977	6,8095	10,2143
7	2,40	30,5972	11,7669	14,7086
8	2,80	35,6968	18,6854	20,0201
9	3,20	40,7963	27,8919	26,1487
10	3,60	45,8959	39,7133	33,0944
11	4,00	50,9954	54,4764	40,8573
12	4,40	56,0949	72,5080	49,4373
13	4,80	61,1945	94,1352	58,8345
14	5,20	66,2940	119,6846	69,0488
15	5,60	71,3935	149,4831	80,0803
16	6,00	76,4931	183,8577	91,9289
17	6,40	81,5926	223,1352	104,5946
18	6,80	86,6922	267,6424	118,0775
19	7,20	91,7917	317,7062	132,3776
20	7,60	96,8912	373,6534	147,4948
21	8,00	101,9908	435,8109	163,4291

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 32

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,2049	10,2413
3	0,08	0,8189	20,4556
4	0,12	1,8410	30,6431
5	0,16	3,2700	40,8036
6	0,20	5,1049	50,9371
7	0,24	7,3446	61,0438
8	0,28	9,9881	71,1235
9	0,32	13,0342	81,1763
10	0,36	16,4818	91,2021
11	0,40	20,3300	101,2010

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 32

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-3,2407	-14,5543
3	0,86	-12,0706	-25,9966
4	1,29	-25,1517	-34,3270
5	1,72	-41,1458	-39,5456
6	2,15	-58,7149	-41,6522
7	2,58	-76,5207	-40,6469
8	3,01	-93,2251	-36,5296
9	3,44	-107,4901	-29,3005
10	3,87	-117,9775	-18,9595
11	4,30	-123,3492	-5,5065

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 32

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B base della sezione espressa in [cm]  
 H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [kNm]  
 CS coefficiente sicurezza sezione  
 $V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
 $V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
 $V_{Rd}$  Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	0,00	1000,00	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	4196,57	-44,83	822,93	144,62	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	3822,88	-163,35	374,83	145,32	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	2852,36	-274,24	186,45	146,03	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	2010,08	-343,57	98,54	146,74	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	1240,54	-331,31	48,65	147,45	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	756,03	-290,75	24,71	148,16	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	493,61	-258,38	13,83	148,86	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	344,68	-235,66	8,45	149,57	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	654,86	-566,65	14,27	232,06	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	536,34	-572,95	10,52	232,77	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	446,94	-577,71	7,97	233,47	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	377,94	-581,39	6,18	234,18	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	323,63	-584,28	4,88	234,89	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	280,16	-586,59	3,92	235,60	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	244,83	-588,47	3,20	155,44	902,04	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	219,88	-601,32	2,69	310,87	903,07	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	257,79	-795,88	2,97	310,87	904,09	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	242,70	-840,04	2,64	310,87	905,12	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	228,37	-880,68	2,36	310,87	906,14	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	223,48	-954,95	2,19	621,74	907,17	621,74

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 32

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	2184,73	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	546,66	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	243,17	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	136,91	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	87,70	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	60,95	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	44,82	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	34,35	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	27,16	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	22,02	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	138,15	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	37,09	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	17,80	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	12,22	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SDR

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**





6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	21,36	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	16,39	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	14,52	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	12,59	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	9,30	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	9,75	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 33

#### Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica	218,1921	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	197,7492	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	92,2120	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,87 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,00	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2167	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	894,4000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	197,7492	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1165,0958	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1165,0958	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	197,7492	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,12	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1181,7585	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,63	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	140,1500	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	6194,5137	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	260,78	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	196,12	[kPa]


#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,63$	$i_q = 0,64$	$i_\gamma = 0,53$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI1100002000000200	REV. A00	FOGLIO 273 di 334
---	----------------------------	--	-------------	----------------------

**Fattori inclinazione pendio**

$g_c = 1,00$

$g_q = 1,00$

$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 30.92$

$N'_q = 22.22$

$N'_\gamma = 18.02$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

4.13

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

5.32

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA




## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 33

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	3,9227	0,0545	0,4086
3	0,80	7,8454	0,4358	1,6343
4	1,20	11,7682	1,4709	3,6772
5	1,60	15,6909	3,4865	6,5372
6	2,00	19,6136	6,8095	10,2143
7	2,40	23,5363	11,7669	14,7086
8	2,80	27,4591	18,6854	20,0201
9	3,20	31,3818	27,8919	26,1487
10	3,60	35,3045	39,7133	33,0944
11	4,00	39,2272	54,4764	40,8573
12	4,40	43,1499	72,5080	49,4373
13	4,80	47,0727	94,1352	58,8345
14	5,20	50,9954	119,6846	69,0488
15	5,60	54,9181	149,4831	80,0803
16	6,00	58,8408	183,8577	91,9289
17	6,40	62,7636	223,1352	104,5946
18	6,80	66,6863	267,6424	118,0775
19	7,20	70,6090	317,7062	132,3776
20	7,60	74,5317	373,6534	147,4948
21	8,00	78,4544	435,8109	163,4291

APPROVATO SDR

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 33

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,1928	9,6365
3	0,08	0,7707	19,2527
4	0,12	1,7327	28,8487
5	0,16	3,0783	38,4243
6	0,20	4,8064	47,9797
7	0,24	6,9164	57,5148
8	0,28	9,4073	67,0296
9	0,32	12,2785	76,5241
10	0,36	15,5290	85,9984
11	0,40	19,1581	95,4523

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 33

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-2,7436	-12,3700
3	0,86	-10,3022	-22,3958
4	1,29	-21,6679	-30,0773
5	1,72	-35,8327	-35,4146
6	2,15	-51,7885	-38,4077
7	2,58	-68,5273	-39,0566
8	3,01	-85,0412	-37,3612
9	3,44	-100,3220	-33,3216
10	3,87	-113,3617	-26,9377
11	4,30	-123,1524	-18,2096

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 33

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B** base della sezione espressa in [cm]  
**H** altezza della sezione espressa in [cm]  
**A<sub>fs</sub>** area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
**A<sub>fi</sub>** area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
**N<sub>u</sub>** sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
**M<sub>u</sub>** momento ultimo espresso in [kNm]  
**CS** coefficiente sicurezza sezione  
**VRcd** Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
**VRsd** Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
**VRd** Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	0,00	1000,00	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	4169,56	-57,90	1062,92	144,45	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	3558,83	-197,69	453,62	145,00	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	2464,54	-308,03	209,42	145,54	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	1555,22	-345,57	99,12	146,09	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	873,80	-303,37	44,55	146,63	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	527,01	-263,48	22,39	147,18	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	346,78	-235,98	12,63	147,72	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	248,66	-221,00	7,92	148,26	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	510,57	-574,33	14,46	230,59	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	417,14	-579,30	10,63	231,13	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	346,97	-583,03	8,04	231,68	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	292,99	-585,91	6,22	232,22	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	250,61	-588,16	4,91	232,77	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	216,75	-589,97	3,95	233,31	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	189,28	-591,43	3,22	155,44	898,50	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	170,12	-604,80	2,71	310,87	899,28	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	196,69	-789,39	2,95	310,87	900,07	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	185,58	-835,03	2,63	310,87	900,86	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	174,90	-876,83	2,35	310,87	901,65	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	171,61	-953,29	2,19	621,74	902,44	621,74

APPROVATO SDR

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 33

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	2322,04	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	580,92	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	258,37	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	145,43	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	93,14	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	64,73	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	47,59	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	36,46	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	28,83	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	23,37	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	163,18	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	43,46	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	20,66	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	14,03	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SDR

Società di Progetto  
Brebemi SpA



6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	24,22	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	18,30	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	15,92	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	13,49	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	9,68	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	9,76	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 34

#### Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	218,1921	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	197,7492	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	92,2120	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,87 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,00	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2167	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	688,0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	197,7492	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1012,2410	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1012,2410	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	197,7492	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,27	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1031,3761	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,05	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	268,6058	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	5303,5589	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	260,44	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	136,52	[kPa]


#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,59$	$i_q = 0,60$	$i_\gamma = 0,48$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI1100002000000200	REV. A00	FOGLIO 279 di 334
---	----------------------------	--	-------------	----------------------

**Fattori inclinazione pendio**

$g_c = 1,00$

$g_q = 1,00$

$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 28.71$

$N'_q = 20.71$

$N'_\gamma = 16.26$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

3.58

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

5.24

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA






## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 34

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	5,0995	0,0545	0,4086
3	0,80	10,1991	0,4358	1,6343
4	1,20	15,2986	1,4709	3,6772
5	1,60	20,3982	3,4865	6,5372
6	2,00	25,4977	6,8095	10,2143
7	2,40	30,5972	11,7669	14,7086
8	2,80	35,6968	18,6854	20,0201
9	3,20	40,7963	27,8919	26,1487
10	3,60	45,8959	39,7133	33,0944
11	4,00	50,9954	54,4764	40,8573
12	4,40	56,0949	72,5080	49,4373
13	4,80	61,1945	94,1352	58,8345
14	5,20	66,2940	119,6846	69,0488
15	5,60	71,3935	149,4831	80,0803
16	6,00	76,4931	183,8577	91,9289
17	6,40	81,5926	223,1352	104,5946
18	6,80	86,6922	267,6424	118,0775
19	7,20	91,7917	317,7062	132,3776
20	7,60	96,8912	373,6534	147,4948
21	8,00	101,9908	435,8109	163,4291

APPROVATO SDR

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 34

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,1877	9,3783
3	0,08	0,7497	18,7177
4	0,12	1,6846	28,0182
5	0,16	2,9907	37,2799
6	0,20	4,6665	46,5026
7	0,24	6,7104	55,6865
8	0,28	9,1209	64,8315
9	0,32	11,8964	73,9377
10	0,36	15,0354	83,0049
11	0,40	18,5363	92,0333

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 34

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-8,6439	-39,4555
3	0,86	-33,2877	-74,4181
4	1,29	-71,9995	-104,8879
5	1,72	-122,8473	-130,8648
6	2,15	-183,8992	-152,3488
7	2,58	-253,2233	-169,3400
8	3,01	-328,8876	-181,8383
9	3,44	-408,9603	-189,8437
10	3,87	-491,5093	-193,3563
11	4,30	-574,6027	-192,3761

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 34

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B base della sezione espressa in [cm]  
 H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [kNm]  
 CS coefficiente sicurezza sezione  
 $V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
 $V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
 $V_{Rd}$  Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	0,00	1000,00	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	4196,57	-44,83	822,93	144,62	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	3822,88	-163,35	374,83	145,32	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	2852,36	-274,24	186,45	146,03	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	2010,08	-343,57	98,54	146,74	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	1240,54	-331,31	48,65	147,45	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	756,03	-290,75	24,71	148,16	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	493,61	-258,38	13,83	148,86	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	344,68	-235,66	8,45	149,57	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	654,86	-566,65	14,27	232,06	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	536,34	-572,95	10,52	232,77	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	446,94	-577,71	7,97	233,47	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	377,94	-581,39	6,18	234,18	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	323,63	-584,28	4,88	234,89	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	280,16	-586,59	3,92	235,60	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	244,83	-588,47	3,20	155,44	902,04	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	219,88	-601,32	2,69	310,87	903,07	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	257,79	-795,88	2,97	310,87	904,09	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	242,70	-840,04	2,64	310,87	905,12	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	228,37	-880,68	2,36	310,87	906,14	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	223,48	-954,95	2,19	621,74	907,17	621,74

APPROVATO SDR

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 34

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	2385,17	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	597,12	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	265,75	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	149,69	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	95,94	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	66,72	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	49,08	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	37,63	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	29,78	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	24,15	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	51,79	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	13,45	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	6,22	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	4,09	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SGP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	6,82	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	4,95	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	4,12	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	3,31	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	2,23	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	2,09	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 35

#### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	218,1921	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	197,7492	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	92,2120	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,87 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,00	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2167	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	688,0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	197,7492	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	958,6958	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	958,6958	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	197,7492	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,23	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	978,8782	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,65	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	222,7100	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	5167,3283	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	239,35	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	136,60	[kPa]


#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,57$	$i_q = 0,58$	$i_\gamma = 0,46$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI1100002000000200	REV. A00	FOGLIO 285 di 334
---	----------------------------	--	-------------	----------------------

**Fattori inclinazione pendio**

$g_c = 1,00$

$g_q = 1,00$

$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 27.81$

$N'_q = 20.09$

$N'_\gamma = 15.55$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

3.39

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

5.39

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA




## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 35

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	3,9227	0,0545	0,4086
3	0,80	7,8454	0,4358	1,6343
4	1,20	11,7682	1,4709	3,6772
5	1,60	15,6909	3,4865	6,5372
6	2,00	19,6136	6,8095	10,2143
7	2,40	23,5363	11,7669	14,7086
8	2,80	27,4591	18,6854	20,0201
9	3,20	31,3818	27,8919	26,1487
10	3,60	35,3045	39,7133	33,0944
11	4,00	39,2272	54,4764	40,8573
12	4,40	43,1499	72,5080	49,4373
13	4,80	47,0727	94,1352	58,8345
14	5,20	50,9954	119,6846	69,0488
15	5,60	54,9181	149,4831	80,0803
16	6,00	58,8408	183,8577	91,9289
17	6,40	62,7636	223,1352	104,5946
18	6,80	66,6863	267,6424	118,0775
19	7,20	70,6090	317,7062	132,3776
20	7,60	74,5317	373,6534	147,4948
21	8,00	78,4544	435,8109	163,4291

APPROVATO SDR

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 35

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,1756	8,7735
3	0,08	0,7015	17,5148
4	0,12	1,5763	26,2238
5	0,16	2,7989	34,9006
6	0,20	4,3680	43,5452
7	0,24	6,2821	52,1576
8	0,28	8,5401	60,7377
9	0,32	11,1407	69,2855
10	0,36	14,0825	77,8012
11	0,40	17,3644	86,2846

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 35

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-8,1468	-37,2712
3	0,86	-31,5193	-70,8173
4	1,29	-68,5157	-100,6382
5	1,72	-117,5342	-126,7338
6	2,15	-176,9729	-149,1044
7	2,58	-245,2300	-167,7497
8	3,01	-320,7037	-182,6698
9	3,44	-401,7921	-193,8648
10	3,87	-486,8935	-201,3346
11	4,30	-574,4059	-205,0792

APPROVATO SDP



## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 35

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B base della sezione espressa in [cm]  
 H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [kNm]  
 CS coefficiente sicurezza sezione  
 $V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
 $V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
 $V_{Rd}$  Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	0,00	1000,00	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	4169,56	-57,90	1062,92	144,45	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	3558,83	-197,69	453,62	145,00	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	2464,54	-308,03	209,42	145,54	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	1555,22	-345,57	99,12	146,09	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	873,80	-303,37	44,55	146,63	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	527,01	-263,48	22,39	147,18	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	346,78	-235,98	12,63	147,72	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	248,66	-221,00	7,92	148,26	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	510,57	-574,33	14,46	230,59	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	417,14	-579,30	10,63	231,13	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	346,97	-583,03	8,04	231,68	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	292,99	-585,91	6,22	232,22	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	250,61	-588,16	4,91	232,77	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	216,75	-589,97	3,95	233,31	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	189,28	-591,43	3,22	155,44	898,50	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	170,12	-604,80	2,71	310,87	899,28	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	196,69	-789,39	2,95	310,87	900,07	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	185,58	-835,03	2,63	310,87	900,86	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	174,90	-876,83	2,35	310,87	901,65	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	171,61	-953,29	2,19	621,74	902,44	621,74

APPROVATO SGP

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 35

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	2549,78	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	638,23	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	284,00	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	159,95	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	102,49	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	71,26	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	52,42	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	40,18	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	31,79	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	25,78	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	54,95	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	14,20	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	6,53	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	4,28	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SDR

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	7,09	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	5,11	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	4,22	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	3,37	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	2,25	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	2,09	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 36

Valore della spinta statica	213,1708	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	199,7261	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	74,5070	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,87 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,46	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2753	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	688,0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	199,7261	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	940,9909	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	940,9909	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	199,7261	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,29	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	961,9534	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,98	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	273,6564	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2109,4552	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	247,64	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	121,38	[kPa]


### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.38$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,54$	$i_q = 0,57$	$i_\gamma = 0,45$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,05$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



	Doc. N. 65968-00002-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI1100002000000200	REV. A00	FOGLIO 291 di 334
---	----------------------------	--	-------------	----------------------

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 16.42$$

$$N'_q = 10.10$$

$$N'_\gamma = 5.99$$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.64

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 2.24

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA




## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 36

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	3,9227	0,0550	0,4127
3	0,80	7,8454	0,4402	1,6506
4	1,20	11,7682	1,4856	3,7139
5	1,60	15,6909	3,5213	6,6025
6	2,00	19,6136	6,8776	10,3164
7	2,40	23,5363	11,8845	14,8557
8	2,80	27,4591	18,8722	20,2202
9	3,20	31,3818	28,1707	26,4101
10	3,60	35,3045	40,1103	33,4252
11	4,00	39,2272	55,0210	41,2657
12	4,40	43,1499	73,2329	49,9315
13	4,80	47,0727	95,0762	59,4226
14	5,20	50,9954	120,8810	69,7391
15	5,60	54,9181	150,9775	80,8808
16	6,00	58,8408	185,6957	92,8479
17	6,40	62,7636	225,3658	105,6402
18	6,80	66,6863	270,3180	119,2579
19	7,20	70,6090	320,8822	133,7009
20	7,60	74,5317	377,3887	148,9692
21	8,00	78,4544	440,1677	165,0629

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 36

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,1822	9,1011
3	0,08	0,7276	18,1625
4	0,12	1,6346	27,1844
5	0,16	2,9018	36,1666
6	0,20	4,5274	45,1092
7	0,24	6,5100	54,0122
8	0,28	8,8479	62,8756
9	0,32	11,5395	71,6994
10	0,36	14,5833	80,4836
11	0,40	17,9777	89,2282

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 36

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-5,0556	-22,7514
3	0,86	-18,9101	-40,9255
4	1,29	-39,5954	-54,5223
5	1,72	-65,1432	-63,5417
6	2,15	-93,5852	-67,9837
7	2,58	-122,9531	-67,8485
8	3,01	-151,2788	-63,1358
9	3,44	-176,5939	-53,8459
10	3,87	-196,9301	-39,9786
11	4,30	-210,3194	-21,5340

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 36

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

- B** base della sezione espressa in [cm]  
**H** altezza della sezione espressa in [cm]  
**A<sub>fs</sub>** area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
**A<sub>fi</sub>** area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
**N<sub>u</sub>** sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
**M<sub>u</sub>** momento ultimo espresso in [kNm]  
**CS** coefficiente sicurezza sezione  
**VRcd** Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]  
**VRsd** Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]  
**VRd** Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0,00	0,00	1000,00	143,91	--	--
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	4168,40	-58,47	1062,63	144,45	--	--
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	3547,88	-199,05	452,22	145,00	--	--
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	2449,73	-309,24	208,17	145,54	--	--
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	1537,54	-345,05	97,99	146,09	--	--
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	862,46	-302,42	43,97	146,63	--	--
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	519,53	-262,34	22,07	147,18	--	--
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	342,37	-235,30	12,47	147,72	--	--
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	245,69	-220,55	7,83	148,26	--	--
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	505,74	-574,58	14,33	230,59	--	--
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	413,16	-579,51	10,53	231,13	--	--
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	343,64	-583,21	7,96	231,68	--	--
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	290,16	-586,06	6,16	232,22	--	--
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	248,18	-588,29	4,87	232,77	--	--
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	214,64	-590,08	3,91	233,31	--	--
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	187,44	-591,53	3,19	155,44	898,50	155,44
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	168,47	-604,92	2,68	310,87	899,28	310,87
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	194,69	-789,18	2,92	310,87	900,07	310,87
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	183,71	-834,86	2,60	310,87	900,86	310,87
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	173,14	-876,70	2,32	310,87	901,65	310,87
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	169,90	-953,23	2,17	621,74	902,44	621,74

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 36

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	2457,73	227,87	--	--
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	615,33	227,87	--	--
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	273,88	227,87	--	--
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	154,28	227,87	--	--
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	98,88	227,87	--	--
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	68,77	227,87	--	--
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	50,60	227,87	--	--
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	38,80	227,87	--	--
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	30,70	227,87	--	--
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	0,00	447,68	24,90	227,87	--	--

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0,00	0,00	1000,00	227,87	--	--
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	88,55	227,87	--	--
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	23,67	300,91	1845,24	300,91
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	0,00	-447,68	11,31	300,91	1845,24	300,91
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	0,00	-502,80	7,72	601,81	1845,24	601,81

APPROVATO SDR

Società di Progetto  
Brebemi SpA





6	2,15	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	13,40	601,81	1845,24	601,81
7	2,58	100,80	46,24	16,08	0,00-1254,07	10,20	601,81	1845,24	601,81
8	3,01	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	8,95	601,81	1845,24	601,81
9	3,44	100,80	50,27	16,08	0,00-1353,60	7,67	601,81	1845,24	601,81
10	3,87	100,80	40,21	16,08	0,00-1096,94	5,57	601,81	1845,24	601,81
11	4,30	100,80	44,23	16,08	0,00-1202,33	5,72	1203,62	1845,24	1203,62

### COMBINAZIONE n° 37

Valore della spinta statica	234,4879	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	219,6987	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	81,9577	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,87 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,46	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2753	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	619,2000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	219,6987	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	861,7932	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	644,4495	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2516,5574	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	861,7932	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	219,6987	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,38	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	889,3565	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,30	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	325,4648	[kNm]

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.90
--	------

APPROVATO SDP

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 38

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]

$\alpha$  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]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,50 Y[m]= 1,50

Raggio del cerchio R[m]= 11,82

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8,54

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 10,23

Larghezza della striscia dx[m]= 0,75

Coefficiente di sicurezza C= 1.62

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	21,6345	75.39	20,9353	0,0292	32.01	0	0
2	54,8725	64.08	49,3546	0,0168	32.01	0	0
3	75,0286	56.61	62,6419	0,0134	32.01	0	0
4	90,4056	50.44	69,6961	0,0116	32.01	0	0
5	102,8685	45.00	72,7417	0,0104	32.01	0	0
6	113,2460	40.05	72,8654	0,0096	32.01	0	0
7	121,9968	35.43	70,7294	0,0090	32.01	0	0
8	129,6864	31.07	66,9352	0,0086	31.74	0	0
9	138,3781	26.91	62,6183	0,0083	29.26	0	0
10	143,6193	22.89	55,8552	0,0080	29.26	0	0
11	147,9391	18.98	48,1270	0,0078	29.26	0	0
12	151,4077	15.17	39,6275	0,0076	29.26	0	0
13	154,0764	11.43	30,5290	0,0075	29.26	0	0
14	166,2005	7.73	22,3638	0,0074	29.26	0	0
15	59,1547	4.07	4,1987	0,0074	29.26	0	0
16	34,7381	0.42	0,2570	0,0074	29.26	0	0
17	34,4626	-3.22	-1,9362	0,0074	29.26	0	0

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



18	33,4652	-6.88	-4,0079	0,0074	29.26	0	0
19	31,7335	-10.56	-5,8182	0,0075	29.26	0	0
20	29,2453	-14.30	-7,2215	0,0076	29.26	0	0
21	25,9668	-18.09	-8,0631	0,0077	29.26	0	0
22	21,8506	-21.97	-8,1745	0,0079	29.26	0	0
23	16,8313	-25.96	-7,3673	0,0082	29.26	0	0
24	10,8199	-30.09	-5,4243	0,0085	31.13	0	0
25	3,6928	-34.40	-2,0863	0,0089	32.01	0	0

$$\Sigma W_i = 1913,3209 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 699,3770 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 1117,7017 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.65$$

### COMBINAZIONE n° 39

Valore della spinta statica	175,4692	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	159,0291	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	74,1565	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,80	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,00	[°]		
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2167	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	705,2000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00	[m]

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	159,0291	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	957,8403	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	957,8403	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	159,0291	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,17	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	970,9523	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,43	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	158,4334	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	6161,4812	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	224,36	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	151,26	[kPa]

APPROVATO SDP

*Fattori per il calcolo della capacità portante*

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,64$	$i_q = 0,65$	$i_\gamma = 0,54$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 31.25$	$N'_q = 22.45$	$N'_\gamma = 18.29$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.22
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	6.43

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 39

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	3,9227	0,1048	0,6286
3	0,80	7,8454	0,5867	1,8857
4	1,20	11,7682	1,6971	3,7714
5	1,60	15,6909	3,6876	6,2857
6	2,00	19,6136	6,8095	9,4286
7	2,40	23,5363	11,3143	13,2000
8	2,80	27,4591	17,4534	17,6001
9	3,20	31,3818	25,4782	22,6286
10	3,60	35,3045	35,6401	28,2858
11	4,00	39,2272	48,1906	34,5715
12	4,40	43,1499	63,3812	41,4858
13	4,80	47,0727	81,4631	49,0287
14	5,20	50,9954	102,6879	57,2002
15	5,60	54,9181	127,3071	66,0002
16	6,00	58,8408	155,5719	75,4288
17	6,40	62,7636	187,7339	85,4860
18	6,80	66,6863	224,0445	96,1717
19	7,20	70,6090	264,7551	107,4861
20	7,60	74,5317	310,1172	119,4290
21	8,00	78,4544	360,3821	132,0004

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 39

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,1636	8,1784
3	0,08	0,6540	16,3338
4	0,12	1,4700	24,4663
5	0,16	2,6110	32,5759
6	0,20	4,0758	40,6625
7	0,24	5,8637	48,7262
8	0,28	7,9736	56,7670
9	0,32	10,4047	64,7848
10	0,36	13,1561	72,7797
11	0,40	16,2268	80,7517

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 39

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-2,8008	-12,5852
3	0,86	-10,4434	-22,5203
4	1,29	-21,7884	-29,8053
5	1,72	-35,6962	-34,4404
6	2,15	-51,0272	-36,4253
7	2,58	-66,6421	-35,7602
8	3,01	-81,4012	-32,4451
9	3,44	-94,1650	-26,4799
10	3,87	-103,7940	-17,8646
11	4,30	-109,1487	-6,5993

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 39

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

$\sigma_c$  tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]

$\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]

$\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]

$\sigma_{fi}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0	0	0	0
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	13	2	-89	-185
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	38	6	-27	-526
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	94	12	673	-1237
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	204	20	3262	-2544
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	375	30	8395	-4487
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	617	42	16509	-7166
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	943	56	28096	-10715
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	1365	72	43670	-15268
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	1279	90	18242	-16156
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	1708	110	25263	-21493
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	2224	132	33823	-27914
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	2836	156	44070	-35523
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	3553	182	56151	-44423
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	4383	210	70211	-54717
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	5333	240	86396	-66508
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	6353	272	101362	-79356
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	5341	306	108315	-64844
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	6201	342	120926	-75666
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	7146	380	134227	-87613
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	8083	420	140803	-99993

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 39

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cm <sup>2</sup> ]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cm <sup>2</sup> ]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0	0	0	0
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	2	12	141	-28
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	9	25	562	-113
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	21	37	1264	-255
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	37	50	2245	-452
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	58	62	3505	-706
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	84	74	5042	-1016
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	114	87	6857	-1381
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	149	99	8948	-1802
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	189	111	11314	-2279
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	233	123	13954	-2811

APPROVATO SDR

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0	0	0	0
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	40	-19	-485	2409
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	150	-34	-1809	8981
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	312	-46	-3774	18737
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	490	-53	-5995	27382
6	2,15	100, 80	46,24	16,08	505	-56	-6657	15880
7	2,58	100, 80	46,24	16,08	659	-55	-8694	20740



8	3,01	100,80	50,27	16,08	784	-50	-10387	23399
9	3,44	100,80	50,27	16,08	907	-40	-12015	27068
10	3,87	100,80	40,21	16,08	1075	-27	-14057	36911
11	4,30	100,80	44,23	16,08	1095	-10	-14409	35439

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 39

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0,00	14,07	8,04	-36,05	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,40	14,07	8,04	-36,05	-0,10	0,0000	0,00	0,000
3	0,80	14,07	8,04	-36,05	-0,59	0,0000	0,00	0,000
4	1,20	14,07	8,04	-36,05	-1,70	0,0000	0,00	0,000
5	1,60	14,07	8,04	-36,05	-3,69	0,0000	0,00	0,000
6	2,00	14,07	8,04	-36,05	-6,81	0,0000	0,00	0,000
7	2,40	14,07	8,04	-36,05	-11,31	0,0000	0,00	0,000
8	2,80	14,07	8,04	-36,05	-17,45	0,0000	0,00	0,000
9	3,20	14,07	8,04	-36,05	-25,48	0,0000	0,00	0,000
10	3,60	54,29	8,04	-49,11	-35,64	0,0000	0,00	0,000
11	4,00	54,29	8,04	-49,11	-48,19	0,0000	0,00	0,000
12	4,40	54,29	8,04	-49,11	-63,38	0,0109	81,28	0,015
13	4,80	54,29	8,04	-49,11	-81,46	0,0172	81,28	0,024
14	5,20	54,29	8,04	-49,11	-102,69	0,0239	81,28	0,033
15	5,60	54,29	8,04	-49,11	-127,31	0,0314	81,28	0,043
16	6,00	54,29	8,04	-49,11	-155,57	0,0398	81,28	0,055
17	6,40	56,30	8,04	-49,76	-187,73	0,0475	80,05	0,065
18	6,80	60,32	46,24	-54,18	-224,04	0,0510	79,45	0,069
19	7,20	64,34	46,24	-55,53	-264,76	0,0574	77,42	0,075
20	7,60	68,36	46,24	-56,87	-310,12	0,0640	75,63	0,082
21	8,00	76,40	46,24	-59,56	-360,38	0,0674	72,63	0,083

### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-0,80	16,08	16,08	-138,38	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-0,76	16,08	16,08	138,38	0,16	0,0000	0,00	0,000
3	-0,72	16,08	16,08	138,38	0,65	0,0000	0,00	0,000
4	-0,68	16,08	16,08	138,38	1,47	0,0000	0,00	0,000
5	-0,64	16,08	16,08	138,38	2,61	0,0000	0,00	0,000
6	-0,60	16,08	16,08	138,38	4,08	0,0000	0,00	0,000
7	-0,56	16,08	16,08	138,38	5,86	0,0000	0,00	0,000
8	-0,52	16,08	16,08	138,38	7,97	0,0000	0,00	0,000
9	-0,48	16,08	16,08	138,38	10,40	0,0000	0,00	0,000
10	-0,44	16,08	16,08	138,38	13,16	0,0000	0,00	0,000
11	-0,40	16,08	16,08	138,38	16,23	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	44,23	16,08	-159,58	-109,15	0,0000	0,00	0,000
13	0,43	40,21	16,08	-156,56	-103,79	0,0000	0,00	0,000
14	0,86	50,27	16,08	-164,10	-94,16	0,0000	0,00	0,000
15	1,29	50,27	16,08	-164,10	-81,40	0,0000	0,00	0,000
16	1,72	46,24	16,08	-161,09	-66,64	0,0000	0,00	0,000
17	2,15	46,24	16,08	-161,09	-51,03	0,0000	0,00	0,000
18	2,58	18,10	16,08	-139,90	-35,70	0,0000	0,00	0,000
19	3,01	16,08	16,08	-138,38	-21,79	0,0000	0,00	0,000
20	3,44	16,08	16,08	-138,38	-10,44	0,0000	0,00	0,000
21	3,87	16,08	16,08	-138,38	-2,80	0,0000	0,00	0,000
22	4,30	16,08	16,08	-138,38	0,00	0,0000	0,00	0,000

#### COMBINAZIONE n° 40

Valore della spinta statica	186,9128	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	169,4005	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	78,9928	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,72 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,00	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2167	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	731,0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	169,4005	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	988,4766	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	988,4766	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	169,4005	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,18	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1002,8871	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,72	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	181,4153	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	5997,3309	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	235,67	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	151,97	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,63$	$i_q = 0,64$	$i_\gamma = 0,53$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 30.77$	$N'_q = 22.12$	$N'_\gamma = 17.90$
----------------	----------------	---------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.09
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	6.07

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 40

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,40	3,9227	0,1990	1,1000
3	0,80	7,8454	0,9638	2,8286
4	1,20	11,7682	2,5457	5,1857
5	1,60	15,6909	5,1962	8,1715
6	2,00	19,6136	9,1667	11,7858
7	2,40	23,5363	14,7086	16,0286
8	2,80	27,4591	22,0734	20,9001
9	3,20	31,3818	31,5125	26,4001
10	3,60	35,3045	43,2773	32,5287
11	4,00	39,2272	57,6192	39,2858
12	4,40	43,1499	74,7898	46,6716
13	4,80	47,0727	95,0403	54,6859
14	5,20	50,9954	118,6223	63,3288
15	5,60	54,9181	145,7871	72,6002
16	6,00	58,8408	176,7863	82,5003
17	6,40	62,7636	211,8712	93,0289
18	6,80	66,6863	251,2932	104,1860
19	7,20	70,6090	295,3038	115,9718
20	7,60	74,5317	344,1544	128,3861
21	8,00	78,4544	398,0965	141,4290

APPROVATO SDR

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 40

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,1727	8,6290
3	0,08	0,6900	17,2318
4	0,12	1,5509	25,8084
5	0,16	2,7543	34,3586
6	0,20	4,2992	42,8826
7	0,24	6,1846	51,3804
8	0,28	8,4093	59,8519
9	0,32	10,9724	68,2971
10	0,36	13,8727	76,7161
11	0,40	17,1093	85,1088

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 40

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-3,2627	-14,6695
3	0,86	-12,1809	-26,3046
4	1,29	-25,4497	-34,9052
5	1,72	-41,7644	-40,4714
6	2,15	-59,8202	-43,0031
7	2,58	-78,3121	-42,5003
8	3,01	-95,9355	-38,9631
9	3,44	-111,3854	-32,3914
10	3,87	-123,3571	-22,7852
11	4,30	-130,5458	-10,1446

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 40

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

$\sigma_c$  tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]

$\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]

$\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]

$\sigma_{fi}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	0	0	0	0
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	16	3	-51	-224
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	54	9	249	-722
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	141	16	2041	-1772
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	286	26	6209	-3443
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	500	37	13216	-5825
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	795	51	23558	-9046
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	1183	66	37751	-13240
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	1676	84	56319	-18541
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	1534	103	22681	-19305
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	2022	125	30748	-25376
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	2604	148	40465	-32610
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	3288	174	51978	-41109
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	4083	201	65434	-50976
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	4997	231	80979	-62316
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	6039	262	98759	-75230
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	7148	296	114957	-89209
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	5975	331	122073	-72457
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	6900	369	135426	-84123
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	7913	408	149474	-96956
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	8911	450	155996	-110185

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 40

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0	0	0	0
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	2	13	148	-30
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	10	26	593	-120
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	22	39	1334	-269
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	39	52	2369	-477
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	62	66	3697	-745
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	89	79	5318	-1071
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	121	91	7232	-1457
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	157	104	9436	-1901
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	199	117	11930	-2403
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	245	130	14713	-2964

APPROVATO SDR

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0	0	0	0
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	47	-22	-565	2806
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	175	-40	-2110	10475
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	365	-53	-4408	21886
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	573	-62	-7014	32037
6	2,15	100, 80	46,24	16,08	592	-66	-7804	18617
7	2,58	100, 80	46,24	16,08	775	-65	-10216	24371

Società di Progetto  
Brebemi SpA



8	3,01	100,80	50,27	16,08	924	-60	-12241	27577
9	3,44	100,80	50,27	16,08	1072	-49	-14213	32018
10	3,87	100,80	40,21	16,08	1278	-35	-16707	43868
11	4,30	100,80	44,23	16,08	1310	-15	-17234	42386

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 40

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0,00	14,07	8,04	-36,05	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,40	14,07	8,04	-36,05	-0,20	0,0000	0,00	0,000
3	0,80	14,07	8,04	-36,05	-0,96	0,0000	0,00	0,000
4	1,20	14,07	8,04	-36,05	-2,55	0,0000	0,00	0,000
5	1,60	14,07	8,04	-36,05	-5,20	0,0000	0,00	0,000
6	2,00	14,07	8,04	-36,05	-9,17	0,0000	0,00	0,000
7	2,40	14,07	8,04	-36,05	-14,71	0,0000	0,00	0,000
8	2,80	14,07	8,04	-36,05	-22,07	0,0000	0,00	0,000
9	3,20	14,07	8,04	-36,05	-31,51	0,0000	0,00	0,000
10	3,60	54,29	8,04	-49,11	-43,28	0,0000	0,00	0,000
11	4,00	54,29	8,04	-49,11	-57,62	0,0090	81,28	0,012
12	4,40	54,29	8,04	-49,11	-74,79	0,0150	81,28	0,021
13	4,80	54,29	8,04	-49,11	-95,04	0,0217	81,28	0,030
14	5,20	54,29	8,04	-49,11	-118,62	0,0289	81,28	0,040
15	5,60	54,29	8,04	-49,11	-145,79	0,0370	81,28	0,051
16	6,00	54,29	8,04	-49,11	-176,79	0,0461	81,28	0,064
17	6,40	56,30	8,04	-49,76	-211,87	0,0543	80,05	0,074
18	6,80	60,32	46,24	-54,18	-251,29	0,0578	79,45	0,078
19	7,20	64,34	46,24	-55,53	-295,30	0,0645	77,42	0,085
20	7,60	68,36	46,24	-56,87	-344,15	0,0715	75,63	0,092
21	8,00	76,40	46,24	-59,56	-398,10	0,0749	72,63	0,092

### Verifica fessurazione fondazione



N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-0,80	16,08	16,08	-138,38	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-0,76	16,08	16,08	138,38	0,17	0,0000	0,00	0,000
3	-0,72	16,08	16,08	138,38	0,69	0,0000	0,00	0,000
4	-0,68	16,08	16,08	138,38	1,55	0,0000	0,00	0,000
5	-0,64	16,08	16,08	138,38	2,75	0,0000	0,00	0,000
6	-0,60	16,08	16,08	138,38	4,30	0,0000	0,00	0,000
7	-0,56	16,08	16,08	138,38	6,18	0,0000	0,00	0,000
8	-0,52	16,08	16,08	138,38	8,41	0,0000	0,00	0,000
9	-0,48	16,08	16,08	138,38	10,97	0,0000	0,00	0,000
10	-0,44	16,08	16,08	138,38	13,87	0,0000	0,00	0,000
11	-0,40	16,08	16,08	138,38	17,11	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	44,23	16,08	-159,58	-130,55	0,0000	0,00	0,000
13	0,43	40,21	16,08	-156,56	-123,36	0,0000	0,00	0,000
14	0,86	50,27	16,08	-164,10	-111,39	0,0000	0,00	0,000
15	1,29	50,27	16,08	-164,10	-95,94	0,0000	0,00	0,000
16	1,72	46,24	16,08	-161,09	-78,31	0,0000	0,00	0,000
17	2,15	46,24	16,08	-161,09	-59,82	0,0000	0,00	0,000
18	2,58	18,10	16,08	-139,90	-41,76	0,0000	0,00	0,000
19	3,01	16,08	16,08	-138,38	-25,45	0,0000	0,00	0,000
20	3,44	16,08	16,08	-138,38	-12,18	0,0000	0,00	0,000
21	3,87	16,08	16,08	-138,38	-3,26	0,0000	0,00	0,000
22	4,30	16,08	16,08	-138,38	0,00	0,0000	0,00	0,000

#### COMBINAZIONE n° 41

Valore della spinta statica	175,4692	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	159,0291	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	74,1565	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,80 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,00	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2167	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	705,2000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X 4,40 [kN]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	163,4291	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	957,8403	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	957,8403	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	163,4291	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	971,6827	[kN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,68	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	205,9534	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	5933,7206	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	235,32	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	140,30	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,63$	$i_q = 0,64$	$i_\gamma = 0,53$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 30.84$	$N'_q = 22.17$	$N'_\gamma = 17.96$
----------------	----------------	---------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.10
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	6.19

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 41

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	8,8000	4,4000
2	0,40	3,9227	10,6648	5,0286
3	0,80	7,8454	12,9067	6,2857
4	1,20	11,7682	15,7771	8,1714
5	1,60	15,6909	19,5276	10,6857
6	2,00	19,6136	24,4095	13,8286
7	2,40	23,5363	30,6743	17,6000
8	2,80	27,4591	38,5734	22,0001
9	3,20	31,3818	48,3582	27,0286
10	3,60	35,3045	60,2801	32,6858
11	4,00	39,2272	74,5906	38,9715
12	4,40	43,1499	91,5412	45,8858
13	4,80	47,0727	111,3831	53,4287
14	5,20	50,9954	134,3679	61,6002
15	5,60	54,9181	160,7471	70,4002
16	6,00	58,8408	190,7719	79,8288
17	6,40	62,7636	224,6939	89,8860
18	6,80	66,6863	262,7645	100,5717
19	7,20	70,6090	305,2351	111,8861
20	7,60	74,5317	352,3572	123,8290
21	8,00	78,4544	404,3821	136,4004

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 41

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,1724	8,6134
3	0,08	0,6887	17,1970
4	0,12	1,5477	25,7508
5	0,16	2,7483	34,2747
6	0,20	4,2893	42,7689
7	0,24	6,1695	51,2333
8	0,28	8,3876	59,6678
9	0,32	10,9425	68,0725
10	0,36	13,8330	76,4475
11	0,40	17,0579	84,7926

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 41

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-3,7572	-16,9014
3	0,86	-14,0414	-30,3579
4	1,29	-29,3712	-40,3694
5	1,72	-48,2654	-46,9361
6	2,15	-69,2425	-50,0579
7	2,58	-90,8214	-49,7347
8	3,01	-111,5206	-45,9667
9	3,44	-129,8590	-38,7538
10	3,87	-144,3551	-28,0960
11	4,30	-153,5277	-13,9932

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 41

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	451	14	18528	-4710
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	555	16	21183	-5932
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	678	20	24645	-7345
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	833	26	29436	-9090
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	1033	34	36078	-11307
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	1291	44	45098	-14134
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	1620	56	57023	-17706
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	2033	70	72383	-22158
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	2543	86	91709	-27623
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	2100	104	32577	-26306
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	2587	124	40630	-32361
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	3161	146	50222	-39502
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	3832	170	61499	-47831
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	4607	196	74608	-57451
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	5495	224	89697	-68466
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	6504	254	106910	-80980
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	7570	286	122180	-94443
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	6241	320	127865	-75662
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	7127	356	140141	-86872
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	8098	394	153148	-99207
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	9050	434	158529	-111884

APPROVATO SDR

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 41

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0	0	0	0
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	2	13	148	-30
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	10	26	592	-119
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	22	39	1331	-268
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	39	52	2363	-476
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	62	65	3689	-743
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	88	78	5305	-1069
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	120	91	7213	-1453
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	157	104	9410	-1895
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	198	117	11896	-2396
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	245	130	14669	-2955

APPROVATO SDR

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0	0	0	0
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	54	-26	-651	3231
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	201	-46	-2432	12075
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	421	-62	-5087	25258
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	662	-72	-8106	37023
6	2,15	100, 80	46,24	16,08	685	-76	-9033	21549
7	2,58	100, 80	46,24	16,08	898	-76	-11848	28264

Società di Progetto  
Brebemi SpA



8	3,01	100,80	50,27	16,08	1074	-70	-14230	32057
9	3,44	100,80	50,27	16,08	1250	-59	-16570	37328
10	3,87	100,80	40,21	16,08	1495	-43	-19551	51336
11	4,30	100,80	44,23	16,08	1541	-21	-20268	49848

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 41

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0,00	14,07	8,04	-36,05	-8,80	0,0000	0,00	0,000
2	0,40	14,07	8,04	-36,05	-10,66	0,0000	0,00	0,000
3	0,80	14,07	8,04	-36,05	-12,91	0,0000	0,00	0,000
4	1,20	14,07	8,04	-36,05	-15,78	0,0000	0,00	0,000
5	1,60	14,07	8,04	-36,05	-19,53	0,0000	0,00	0,000
6	2,00	14,07	8,04	-36,05	-24,41	0,0000	0,00	0,000
7	2,40	14,07	8,04	-36,05	-30,67	0,0000	0,00	0,000
8	2,80	14,07	8,04	-36,05	-38,57	0,0211	180,69	0,065
9	3,20	14,07	8,04	-36,05	-48,36	0,0299	180,69	0,092
10	3,60	54,29	8,04	-49,11	-60,28	0,0101	81,28	0,014
11	4,00	54,29	8,04	-49,11	-74,59	0,0151	81,28	0,021
12	4,40	54,29	8,04	-49,11	-91,54	0,0207	81,28	0,029
13	4,80	54,29	8,04	-49,11	-111,38	0,0268	81,28	0,037
14	5,20	54,29	8,04	-49,11	-134,37	0,0337	81,28	0,047
15	5,60	54,29	8,04	-49,11	-160,75	0,0415	81,28	0,057
16	6,00	54,29	8,04	-49,11	-190,77	0,0502	81,28	0,069
17	6,40	56,30	8,04	-49,76	-224,69	0,0579	80,05	0,079
18	6,80	60,32	46,24	-54,18	-262,76	0,0607	79,45	0,082
19	7,20	64,34	46,24	-55,53	-305,24	0,0669	77,42	0,088
20	7,60	68,36	46,24	-56,87	-352,36	0,0734	75,63	0,094
21	8,00	76,40	46,24	-59,56	-404,38	0,0761	72,63	0,094

### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-0,80	16,08	16,08	-138,38	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-0,76	16,08	16,08	138,38	0,17	0,0000	0,00	0,000
3	-0,72	16,08	16,08	138,38	0,69	0,0000	0,00	0,000
4	-0,68	16,08	16,08	138,38	1,55	0,0000	0,00	0,000
5	-0,64	16,08	16,08	138,38	2,75	0,0000	0,00	0,000
6	-0,60	16,08	16,08	138,38	4,29	0,0000	0,00	0,000
7	-0,56	16,08	16,08	138,38	6,17	0,0000	0,00	0,000
8	-0,52	16,08	16,08	138,38	8,39	0,0000	0,00	0,000
9	-0,48	16,08	16,08	138,38	10,94	0,0000	0,00	0,000
10	-0,44	16,08	16,08	138,38	13,83	0,0000	0,00	0,000
11	-0,40	16,08	16,08	138,38	17,06	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	44,23	16,08	-159,58	-153,53	0,0000	0,00	0,000
13	0,43	40,21	16,08	-156,56	-144,36	0,0000	0,00	0,000
14	0,86	50,27	16,08	-164,10	-129,86	0,0000	0,00	0,000
15	1,29	50,27	16,08	-164,10	-111,52	0,0000	0,00	0,000
16	1,72	46,24	16,08	-161,09	-90,82	0,0000	0,00	0,000
17	2,15	46,24	16,08	-161,09	-69,24	0,0000	0,00	0,000
18	2,58	18,10	16,08	-139,90	-48,27	0,0000	0,00	0,000
19	3,01	16,08	16,08	-138,38	-29,37	0,0000	0,00	0,000
20	3,44	16,08	16,08	-138,38	-14,04	0,0000	0,00	0,000
21	3,87	16,08	16,08	-138,38	-3,76	0,0000	0,00	0,000
22	4,30	16,08	16,08	-138,38	0,00	0,0000	0,00	0,000

### COMBINAZIONE n° 42

Valore della spinta statica	205,9856	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	186,6863	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	87,0533	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,60 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,00	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2167	[°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	774,0000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]

### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	4,40	[kN]
-------------------	------	------

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	191,0863	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1039,5371	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1039,5371	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	191,0863	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1056,9538	[kN]



Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,42	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	267,2385	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	5553,2876	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	265,48	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	142,18	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,61$	$i_q = 0,62$	$i_\gamma = 0,50$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 29.69$	$N'_q = 21.38$	$N'_\gamma = 17.04$
----------------	----------------	---------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.81
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.34

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 42

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	8,8000	4,4000
2	0,40	3,9227	10,9162	6,2857
3	0,80	7,8454	13,9124	8,8000
4	1,20	11,7682	18,0400	11,9429
5	1,60	15,6909	23,5505	15,7143
6	2,00	19,6136	30,6953	20,1143
7	2,40	23,5363	39,7258	25,1429
8	2,80	27,4591	50,8934	30,8001
9	3,20	31,3818	64,4497	37,0858
10	3,60	35,3045	80,6459	44,0001
11	4,00	39,2272	99,7336	51,5430
12	4,40	43,1499	121,9641	59,7145
13	4,80	47,0727	147,5889	68,5145
14	5,20	50,9954	176,8595	77,9431
15	5,60	54,9181	210,0272	88,0003
16	6,00	58,8408	247,3435	98,6860
17	6,40	62,7636	289,0599	110,0003
18	6,80	66,6863	335,4276	121,9432
19	7,20	70,6090	386,6982	134,5147
20	7,60	74,5317	443,1232	147,7147
21	8,00	78,4544	504,9539	161,5434

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 42

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,1964	9,8152
3	0,08	0,7847	19,5918
4	0,12	1,7633	29,3296
5	0,16	3,1306	39,0288
6	0,20	4,8850	48,6893
7	0,24	7,0252	58,3111
8	0,28	9,5494	67,8942
9	0,32	12,4562	77,4387
10	0,36	15,7440	86,9445
11	0,40	19,4112	96,4115

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 42

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-4,9890	-22,4597
3	0,86	-18,6746	-40,4494
4	1,29	-39,1348	-53,9691
5	1,72	-64,4474	-63,0188
6	2,15	-92,6903	-67,5986
7	2,58	-121,9414	-67,7083
8	3,01	-150,2787	-63,3481
9	3,44	-175,7801	-54,5178
10	3,87	-196,5234	-41,2176
11	4,30	-210,5865	-23,4474

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 42

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	451	14	18528	-4710
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	568	20	21712	-6067
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	729	28	26760	-7885
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	949	38	34192	-10308
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	1239	50	44533	-13473
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	1614	64	58309	-17518
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	2085	80	76051	-22575
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	2666	98	98289	-28780
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	3370	118	125554	-36266
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	2778	140	44440	-34684
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	3423	164	55278	-42702
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	4173	190	67948	-52012
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	5036	218	82597	-62717
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	6020	248	99372	-74920
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	7133	280	118419	-88724
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	8385	314	139884	-104233
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	9690	350	158439	-120713
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	7930	388	164555	-95960
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	8990	428	178811	-109422
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	10145	470	193809	-124119
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	11260	514	199045	-139060

APPROVATO SDR

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 42

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0	0	0	0
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	3	15	169	-34
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	11	30	675	-136
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	25	45	1516	-305
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	45	60	2692	-542
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	70	74	4201	-846
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	101	89	6041	-1217
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	137	104	8212	-1654
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	179	118	10712	-2158
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	226	133	13539	-2727
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	278	147	16693	-3362

APPROVATO SDR

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0	0	0	0
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	72	-34	-864	4290
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	268	-62	-3235	16059
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	561	-82	-6779	33654
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	884	-96	-10824	49436
6	2,15	100, 80	46,24	16,08	917	-103	-12092	28846
7	2,58	100, 80	46,24	16,08	1206	-103	-15908	37949

8	3,01	100,80	50,27	16,08	1447	-97	-19175	43198
9	3,44	100,80	50,27	16,08	1692	-83	-22429	50528
10	3,87	100,80	40,21	16,08	2035	-63	-26616	69888
11	4,30	100,80	44,23	16,08	2113	-36	-27801	68374

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 42

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0,00	14,07	8,04	-36,05	-8,80	0,0000	0,00	0,000
2	0,40	14,07	8,04	-36,05	-10,92	0,0000	0,00	0,000
3	0,80	14,07	8,04	-36,05	-13,91	0,0000	0,00	0,000
4	1,20	14,07	8,04	-36,05	-18,04	0,0000	0,00	0,000
5	1,60	14,07	8,04	-36,05	-23,55	0,0000	0,00	0,000
6	2,00	14,07	8,04	-36,05	-30,70	0,0000	0,00	0,000
7	2,40	14,07	8,04	-36,05	-39,73	0,0222	180,69	0,068
8	2,80	14,07	8,04	-36,05	-50,89	0,0341	180,69	0,105
9	3,20	14,07	8,04	-36,05	-64,45	0,0503	180,69	0,154
10	3,60	54,29	8,04	-49,11	-80,65	0,0174	81,28	0,024
11	4,00	54,29	8,04	-49,11	-99,73	0,0235	81,28	0,032
12	4,40	54,29	8,04	-49,11	-121,96	0,0303	81,28	0,042
13	4,80	54,29	8,04	-49,11	-147,59	0,0379	81,28	0,052
14	5,20	54,29	8,04	-49,11	-176,86	0,0464	81,28	0,064
15	5,60	54,29	8,04	-49,11	-210,03	0,0559	81,28	0,077
16	6,00	54,29	8,04	-49,11	-247,34	0,0666	81,28	0,092
17	6,40	56,30	8,04	-49,76	-289,06	0,0758	80,05	0,103
18	6,80	60,32	46,24	-54,18	-335,43	0,0788	79,45	0,106
19	7,20	64,34	46,24	-55,53	-386,70	0,0859	77,42	0,113
20	7,60	68,36	46,24	-56,87	-443,12	0,0933	75,63	0,120
21	8,00	76,40	46,24	-59,56	-504,95	0,0960	72,63	0,118

### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-0,80	16,08	16,08	-138,38	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-0,76	16,08	16,08	138,38	0,20	0,0000	0,00	0,000
3	-0,72	16,08	16,08	138,38	0,78	0,0000	0,00	0,000
4	-0,68	16,08	16,08	138,38	1,76	0,0000	0,00	0,000
5	-0,64	16,08	16,08	138,38	3,13	0,0000	0,00	0,000
6	-0,60	16,08	16,08	138,38	4,89	0,0000	0,00	0,000
7	-0,56	16,08	16,08	138,38	7,03	0,0000	0,00	0,000
8	-0,52	16,08	16,08	138,38	9,55	0,0000	0,00	0,000
9	-0,48	16,08	16,08	138,38	12,46	0,0000	0,00	0,000
10	-0,44	16,08	16,08	138,38	15,74	0,0000	0,00	0,000
11	-0,40	16,08	16,08	138,38	19,41	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	44,23	16,08	-159,58	-210,59	0,0241	104,26	0,043
13	0,43	40,21	16,08	-156,56	-196,52	0,0236	109,68	0,044
14	0,86	50,27	16,08	-164,10	-175,78	0,0147	97,75	0,024
15	1,29	50,27	16,08	-164,10	-150,28	0,0000	0,00	0,000
16	1,72	46,24	16,08	-161,09	-121,94	0,0000	0,00	0,000
17	2,15	46,24	16,08	-161,09	-92,69	0,0000	0,00	0,000
18	2,58	18,10	16,08	-139,90	-64,45	0,0000	0,00	0,000
19	3,01	16,08	16,08	-138,38	-39,13	0,0000	0,00	0,000
20	3,44	16,08	16,08	-138,38	-18,67	0,0000	0,00	0,000
21	3,87	16,08	16,08	-138,38	-4,99	0,0000	0,00	0,000
22	4,30	16,08	16,08	-138,38	0,00	0,0000	0,00	0,000

### COMBINAZIONE n° 43

Valore della spinta statica	194,5419	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	176,3148	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	82,2170	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 4,30	[m]	Y = -5,67 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	25,00	[°]	
Coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche	0,2167	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	748,2000	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,15	[m]	Y = -4,00 [m]

### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	4,40	[kN]
-------------------	------	------

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	180,7148	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1008,9008	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1008,9008	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	180,7148	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,24	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Risultante in fondazione	1024,9579	[kN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,16	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	244,2566	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	5686,3381	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5,10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	254,17	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	141,48	[kPa]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 33.92$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,61$	$i_q = 0,63$	$i_\gamma = 0,51$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,06$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 30.09$	$N'_q = 21.66$	$N'_\gamma = 17.36$
----------------	----------------	---------------------

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.91
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.64

APPROVATO SDP



## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 43

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	8,8000	4,4000
2	0,40	3,9227	10,8219	5,8143
3	0,80	7,8454	13,5352	7,8572
4	1,20	11,7682	17,1914	10,5286
5	1,60	15,6909	22,0419	13,8286
6	2,00	19,6136	28,3381	17,7572
7	2,40	23,5363	36,3315	22,3143
8	2,80	27,4591	46,2734	27,5001
9	3,20	31,3818	58,4154	33,3144
10	3,60	35,3045	73,0087	39,7573
11	4,00	39,2272	90,3050	46,8287
12	4,40	43,1499	110,5555	54,5287
13	4,80	47,0727	134,0118	62,8573
14	5,20	50,9954	160,9252	71,8145
15	5,60	54,9181	191,5472	81,4002
16	6,00	58,8408	226,1292	91,6146
17	6,40	62,7636	264,9226	102,4575
18	6,80	66,6863	308,1790	113,9289
19	7,20	70,6090	356,1496	126,0290
20	7,60	74,5317	409,0859	138,7576
21	8,00	78,4544	467,2394	152,1148

APPROVATO SDP

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 43

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Società di Progetto  
Brebemi SpA



1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,04	0,1874	9,3645
3	0,08	0,7487	18,6937
4	0,12	1,6824	27,9875
5	0,16	2,9872	37,2460
6	0,20	4,6616	46,4691
7	0,24	6,7043	55,6569
8	0,28	9,1137	64,8093
9	0,32	11,8886	73,9264
10	0,36	15,0274	83,0081
11	0,40	18,5287	92,0544

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 43

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,43	-4,5271	-20,3753
3	0,86	-16,9372	-36,6651
4	1,29	-35,4735	-48,8692
5	1,72	-58,3791	-56,9878
6	2,15	-83,8974	-61,0208
7	2,58	-110,2714	-60,9682
8	3,01	-135,7444	-56,8301
9	3,44	-158,5597	-48,6063
10	3,87	-176,9603	-36,2970
11	4,30	-189,1895	-19,9021

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 43

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$
1	0,00	100, 40	14,07	8,04	451	14	18528	-4710
2	0,40	100, 40	14,07	8,04	563	18	21514	-6016
3	0,80	100, 40	14,07	8,04	710	25	25967	-7683
4	1,20	100, 40	14,07	8,04	905	33	32408	-9851
5	1,60	100, 40	14,07	8,04	1162	44	41362	-12662
6	2,00	100, 40	14,07	8,04	1493	56	53353	-16250
7	2,40	100, 40	14,07	8,04	1911	71	68914	-20751
8	2,80	100, 40	14,07	8,04	2429	87	88572	-26298
9	3,20	100, 40	14,07	8,04	3060	106	112859	-33027
10	3,60	100, 40	54,29	8,04	2524	126	39990	-31543
11	4,00	100, 40	54,29	8,04	3110	149	49784	-38825
12	4,40	100, 40	54,29	8,04	3794	173	61300	-47321
13	4,80	100, 40	54,29	8,04	4584	200	74685	-57135
14	5,20	100, 40	54,29	8,04	5490	228	90085	-68369
15	5,60	100, 40	54,29	8,04	6519	259	107647	-81128
16	6,00	100, 40	54,29	8,04	7680	291	127518	-95513
17	6,40	100, 40	56,30	8,04	8895	326	144841	-110862
18	6,80	100, 40	60,32	46,24	7297	362	150796	-88348
19	7,20	100, 40	64,34	46,24	8292	401	164309	-100966
20	7,60	100, 40	68,36	46,24	9377	441	178561	-114777
21	8,00	100, 40	76,40	46,24	10431	484	183851	-128869

APPROVATO SDP

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 43

#### Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0	0	0	0
2	0,04	100, 80	16,08	16,08	3	14	161	-32
3	0,08	100, 80	16,08	16,08	11	29	644	-130
4	0,12	100, 80	16,08	16,08	24	43	1447	-291
5	0,16	100, 80	16,08	16,08	43	57	2569	-517
6	0,20	100, 80	16,08	16,08	67	71	4009	-807
7	0,24	100, 80	16,08	16,08	96	85	5765	-1161
8	0,28	100, 80	16,08	16,08	131	99	7837	-1579
9	0,32	100, 80	16,08	16,08	170	113	10224	-2059
10	0,36	100, 80	16,08	16,08	215	127	12923	-2603
11	0,40	100, 80	16,08	16,08	266	141	15934	-3209

APPROVATO SDR

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 80	16,08	16,08	0	0	0	0
2	0,43	100, 80	16,08	16,08	65	-31	-784	3893
3	0,86	100, 80	16,08	16,08	243	-56	-2934	14565
4	1,29	100, 80	16,08	16,08	509	-75	-6144	30505
5	1,72	100, 80	18,10	16,08	801	-87	-9805	44781
6	2,15	100, 80	46,24	16,08	830	-93	-10945	26110
7	2,58	100, 80	46,24	16,08	1091	-93	-14386	34317

Società di Progetto  
Brebemi SpA



8	3,01	100,80	50,27	16,08	1307	-87	-17321	39020
9	3,44	100,80	50,27	16,08	1527	-74	-20232	45578
10	3,87	100,80	40,21	16,08	1833	-55	-23967	62931
11	4,30	100,80	44,23	16,08	1899	-30	-24976	61427

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 43

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$M$	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$s_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
$w$	Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$s_m$	w
1	0,00	14,07	8,04	-36,05	-8,80	0,0000	0,00	0,000
2	0,40	14,07	8,04	-36,05	-10,82	0,0000	0,00	0,000
3	0,80	14,07	8,04	-36,05	-13,54	0,0000	0,00	0,000
4	1,20	14,07	8,04	-36,05	-17,19	0,0000	0,00	0,000
5	1,60	14,07	8,04	-36,05	-22,04	0,0000	0,00	0,000
6	2,00	14,07	8,04	-36,05	-28,34	0,0000	0,00	0,000
7	2,40	14,07	8,04	-36,05	-36,33	0,0201	180,69	0,062
8	2,80	14,07	8,04	-36,05	-46,27	0,0279	180,69	0,086
9	3,20	14,07	8,04	-36,05	-58,42	0,0429	180,69	0,132
10	3,60	54,29	8,04	-49,11	-73,01	0,0148	81,28	0,020
11	4,00	54,29	8,04	-49,11	-90,30	0,0204	81,28	0,028
12	4,40	54,29	8,04	-49,11	-110,56	0,0267	81,28	0,037
13	4,80	54,29	8,04	-49,11	-134,01	0,0338	81,28	0,047
14	5,20	54,29	8,04	-49,11	-160,93	0,0417	81,28	0,058
15	5,60	54,29	8,04	-49,11	-191,55	0,0505	81,28	0,070
16	6,00	54,29	8,04	-49,11	-226,13	0,0605	81,28	0,084
17	6,40	56,30	8,04	-49,76	-264,92	0,0691	80,05	0,094
18	6,80	60,32	46,24	-54,18	-308,18	0,0720	79,45	0,097
19	7,20	64,34	46,24	-55,53	-356,15	0,0788	77,42	0,104
20	7,60	68,36	46,24	-56,87	-409,09	0,0858	75,63	0,110
21	8,00	76,40	46,24	-59,56	-467,24	0,0885	72,63	0,109

### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-0,80	16,08	16,08	-138,38	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-0,76	16,08	16,08	138,38	0,19	0,0000	0,00	0,000
3	-0,72	16,08	16,08	138,38	0,75	0,0000	0,00	0,000
4	-0,68	16,08	16,08	138,38	1,68	0,0000	0,00	0,000
5	-0,64	16,08	16,08	138,38	2,99	0,0000	0,00	0,000
6	-0,60	16,08	16,08	138,38	4,66	0,0000	0,00	0,000
7	-0,56	16,08	16,08	138,38	6,70	0,0000	0,00	0,000
8	-0,52	16,08	16,08	138,38	9,11	0,0000	0,00	0,000
9	-0,48	16,08	16,08	138,38	11,89	0,0000	0,00	0,000
10	-0,44	16,08	16,08	138,38	15,03	0,0000	0,00	0,000
11	-0,40	16,08	16,08	138,38	18,53	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	44,23	16,08	-159,58	-189,19	0,0197	104,26	0,035
13	0,43	40,21	16,08	-156,56	-176,96	0,0191	109,68	0,036
14	0,86	50,27	16,08	-164,10	-158,56	0,0000	0,00	0,000
15	1,29	50,27	16,08	-164,10	-135,74	0,0000	0,00	0,000
16	1,72	46,24	16,08	-161,09	-110,27	0,0000	0,00	0,000
17	2,15	46,24	16,08	-161,09	-83,90	0,0000	0,00	0,000
18	2,58	18,10	16,08	-139,90	-58,38	0,0000	0,00	0,000
19	3,01	16,08	16,08	-138,38	-35,47	0,0000	0,00	0,000
20	3,44	16,08	16,08	-138,38	-16,94	0,0000	0,00	0,000
21	3,87	16,08	16,08	-138,38	-4,53	0,0000	0,00	0,000
22	4,30	16,08	16,08	-138,38	0,00	0,0000	0,00	0,000

APPROVATO SDP