

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

## PROGETTO DEFINITIVO

## RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA

### SITI DI DEPOSITO

OPERE DI SOSTEGNO  
Relazione di calcolo muri in c.a.

SCALA:

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I V 0 1   0 0   D   2 6   C L   N V X 0 0 0   0 0 2   B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	K. Petrucci	Feb.2022	M. Severi	Feb.2022	G. Fadda	Feb.2022	A.Perego Giu.2023 
B	Emissione esecutiva	K. Petrucci	Giu.2023	M. Severi	Giu.2023	G. Fadda	Giu.2023	

File: IV01001D26CLNVX000002B.doc

n. Elab.:

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>SCOPO DEL DOCUMENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>5</b>
	3.1 Documenti referenziati .....	5
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b> .....	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL TERRENO</b> .....	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>MODELLO DI CALCOLO</b> .....	<b>10</b>
	6.1 Analisi dei carichi .....	10
	6.2 Carichi permanenti.....	10
	6.3 Sovraccarichi accidentali .....	10
	6.4 Determinazione dell'azione sismica.....	10
	6.4.1 Vita nominale .....	11
	6.4.2 Classe d'uso.....	11
	6.4.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica .....	11
	6.4.4 Azioni sismiche di progetto .....	12
	6.5 Combinazioni di carico.....	13
<b>7</b>	<b>METODO DI ANALISI</b> .....	<b>15</b>
	7.1 Calcolo della spinta sul muro, metodo di Culmann .....	15
	7.2 Spinta in presenza di sisma.....	16
	7.3 Verifica a ribaltamento .....	16
	7.4 Verifica a scorrimento .....	17
	7.5 Verifica al carico limite .....	18
	7.6 Verifica alla stabilità globale .....	19
<b>8</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE</b> .....	<b>21</b>
	8.1 Muro di sostegno H = 2.00m.....	21
	8.2 Muro di sostegno H = 3.00m.....	43
	8.3 Muro di sostegno H = 4.00m.....	65
	8.4 Muro di sostegno H = 5.00m.....	87
<b>9</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI</b> .....	<b>109</b>

## **1 PREMESSA**

L'intervento in oggetto ricade nell'ambito del progetto ferroviario del raddoppio della linea Genova Ventimiglia; definito dalla legge obiettivo n.443/01 come opera infrastrutturale ferroviaria strategica.

La necessità di realizzare il raddoppio e lo spostamento a monte della linea ferroviaria che costeggia il ponente ligure ha comportato scelte progettuali rese particolarmente complesse dalla conformazione dei territori attraversati.

La sistemazione del Sito di abbancamento di Villanova d'Albenga (WBS IAX3) e la strada di accesso (WBS NVX3) saranno oggetto di specifico procedimento autorizzatorio in capo al Comune di Villanova di Albenga, come da accordi tra il medesimo Comune, RFI e la Regione Liguria.

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è quello di dimensionare e verificare le opere di sostegno in C.A. previste nelle diverse località di collegamento delle viabilità esistenti con i nuovi siti.

In particolari sono stati individuati quattro tipologie di muri in c.a.:

- Muro di sostegno H=2.00 m
- Muro di sostegno H=3.00 m
- Muro di sostegno H=4.00 m
- Muro di sostegno H=5.00 m

Per ulteriori indicazioni si rimanda agli elaborati progettuali.

Secondo l'O.P.C.M. n°3274 del 20/03/2003, nonché il D.G.R. n. 1308 del 24/10/2008 della Regione Liguria, si evince che i Comuni attraversati dalla linea ferroviaria Genova – Ventimiglia sono classificati in zona 3 e zona 4.

### **3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

#### **3.1 Documenti referenziati**

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS.

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/3/2003 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” (NTC18).
- Circolare Applicativa delle NTC18, 21/01/2019 (Circ n.7).
- Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – parte 5 – Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 E - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.
- Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.
- Regolamento (UE) 2016/919 della Commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi “controllo-comando e segnalamento” del sistema ferroviario nell’Unione europea.

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### CALCESTRUZZO classe C28/35

Classe di esposizione	XC3
Rapporto acqua/cemento max	0.55
Dose minima cemento	320 kg/m <sup>3</sup>
Resistenza caratteristica cubica	35 MPa

Le verifiche a fessurazione sono state condotte considerando limitazioni più restrittive rispetto a quelle riportate nel paragrafo 4.1.2.2.4 delle NTC 2018; infatti, in base a quanto riportato al punto 2.5.1.8.3.2.4 del Manuale di progettazione delle opere civili, le verifiche a fessurazione del muro (struttura a permanente contatto con il terreno) devono essere condotte considerando la combinazione caratteristica (rara) e considerando il valore limite di apertura  $w_1 = 0.2$  mm.

Caratteristiche di resistenza e valori limite di apertura delle fessure adoperati nelle verifiche

Resistenza caratteristica cubica	35 MPa
Valore limite di apertura della fessura per combinazione rara	0.2 mm
Resistenza caratteristica cilindrica $f_{ck}=0.83 \times 35$	29.1 MPa
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	0.85
Coefficiente parziale di sicurezza	1.5
Resistenza di calcolo a compressione	15.87 MPa
Resistenza di calcolo a compressione per lo stato limite di danno	23.8 MPa
Resistenza caratteristica a trazione	1.94 MPa
Resistenza di calcolo a trazione	1.29 MPa
Resistenza di calcolo a trazione per lo stato limite di danno	1.93 MPa
Massima tensione di compressione per combinazione caratteristica	16.8 Mpa
Massima tensione di compressione per combinazione quasi permanente	12.6 Mpa
Tensione di aderenza caratteristica acciaio-calcestruzzo	4.36 MPa
Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo	2.91 MPa
Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo per lo stato limite di danno	4.36 MPa
Modulo elastico	32600 MPa

### ACCIAIO B450C

Caratteristiche di resistenza adoperati nelle verifiche

Resistenza caratteristica di snervamento	450 MPa
Coefficiente parziale di sicurezza	1.15
Resistenza di calcolo	391.3 MPa
Resistenza di calcolo per lo stato limite di danno	450 MPa
Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio	360 MPa
Modulo elastico	210000 Mpa

Il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) rispetta quanto indicato nel paragrafo 2.5.2.2.3.2 del Manuale di progettazione delle opere civili. Per i diversi elementi strutturali si considera infatti un copriferro pari a 40 mm.

## 5 CARATTERISTICHE DEL TERRENO

Poiché per la riambientazione dei nuovi siti verrà utilizzata il materiale di risulta degli scavi necessari per il completamento delle parti ferroviarie in galleria o in sterro; si ipotizza lo stesso materiale anche per la sistemazione delle strade di accesso ai siti con le seguenti caratteristiche geotecniche:

$$\varphi = 35^\circ \qquad \gamma = 19\text{KPa}$$

Le fondazioni dei muri, invece, poggiano sul terreno esistente; si riportano di seguito le caratteristiche geotecniche dei siti maggiormente interessati all'intervento:

Parametri di base	
Peso di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	27.4
Classificazione di Hoek-Brown	
GSI (Geological Strength Index)	40÷50
$m_i$ (costante del materiale)	9
$\sigma_c$ (MPa), (compressione monoassiale del materiale intatto)	52
Criterio di Hoek-Brown	
$m_b$	1.06÷1.51
$s$	0.001÷0.003
$a$	0.51
Parametri di ammasso	
Resistenza a trazione (MPa)	-0.06÷-0.13
Resistenza alla compressione monoassiale (MPa)	1.72÷3.13
Resistenza globale (MPa)	6.89÷8.62
Modulo di deformazione (MPa)	3986÷9341
Parametri di ammasso equivalenti di Mohr-Coulomb	
Coesione (KPa)	2120÷2510
Angolo di attrito (°)	26.7÷29.6

**Tabella 1. Caratterizzazione geomeccanica Formazione SPM**



### Categoria di suolo di fondazione ai fini del calcolo dell'azione sismica

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche locali.

Sulla base dei criteri di prima applicazione contenuti nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20 Marzo 2003, nonché attraverso il D.G.R. n. 1308 del 24/10/2008 della Regione Liguria, si evince che i Comuni attraversati dalla linea ferroviaria Genova – Ventimiglia sono classificati in zona 3 e zona 4.

La categoria di sottosuolo di fondazione, secondo la normativa, può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde di taglio  $V_s$  ovvero sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica ovvero sulla coesione non drenata media  $c_u$ .

Nel presente documento, in base alle grandezze sopra definite, in particolare sulla base dei valori di NSPT e  $c_u$ , è stata identificata la categoria di suolo di fondazione **tipo "B"**.

## 6 MODELLO DI CALCOLO

### 6.1 Analisi dei carichi

Si riporta di seguito la descrizione dei carichi agenti sul muro considerati nei calcoli.

### 6.2 Carichi permanenti

I pesi dei materiali da costruzione e del terreno sono indicati nella tabella seguente:

Elemento	Peso spec.		
Muro di sostegno	$\gamma$	25	kN/m <sup>3</sup>
Terreno di fondazione	$\gamma_f$	27.40	kN/m <sup>3</sup>
" "	$\varphi_f$	28	grad
	$C_f$	2120	kPa
Terreno a monte del muro	$\gamma_t$	19	kN/m <sup>3</sup>
	$\varphi_t$	35	grad
	$C_t$	0	kPa

### 6.3 Sovraccarichi accidentali

- Nel caso di muro a sostegno della strada si considerano come carichi accidentali il carico stradale pari a  $q_{\text{stradale}} = 20.00 \text{ KN/m}^2$

### 6.4 Determinazione dell'azione sismica

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti. Il dimensionamento dell'opera è stato effettuato con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia alla vita (SLV, *la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali*).

### 6.4.1 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nei quali la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

In base alla tabella Tab. 2.5.1.1.1-1 del Manuale di progettazione delle opere civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e strutture (rif. RFI DTC SI PS MA IFS 001 E) l'opera viene assimilata a "opere nuove su infrastrutture ferroviarie progettate con le norme vigenti prima del DM 14.01.2008 a velocità convenzionale ( $v < 250$  km/h)". La vita nominale risulta pertanto  $V_N = 50$  anni.

TIPO DI COSTRUZIONE <sup>(1)</sup>	Vita Nominale $V_N$ [Anni] <sup>(1)</sup>
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14.01.2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE ( $V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V < 250$ Km/h	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V \geq 250$ km/h	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	$\geq 100$ <sup>(2)</sup>
(1) – La stessa $V_N$ si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprighiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.	
(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE.	

Tab. 2.5.1.1.1-1 – Vita nominale delle infrastrutture ferroviarie

### 6.4.2 Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Nel caso in oggetto si fa riferimento alla **Classe II**: "Infrastrutture ferroviarie non strategiche", a cui corrisponde un coefficiente di uso  $C_U = 1.0$ .

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

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

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ . Tale coefficiente è funzione della classe d'uso e nel caso specifico si assume un valore pari a 1.

$$V_R = V_N \times C_u = 50 \text{ anni} \times 1 = 50 \text{ anni}$$

Le probabilità di superamento  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, è pari al 63% nel caso dello stato limite di esercizio SLD mentre è pari al 10% nel caso dello stato limite ultimo SLV.

**Tabella 3.2.I** – Probabilità di superamento  $P_{VR}$  al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		$P_{VR}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

#### 6.4.4 Azioni sismiche di progetto

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico  $k$ . Le forze sismiche risultano pertanto le seguenti:

$$\text{Forza sismica orizzontale} \quad F_h = k_h \cdot W$$

$$\text{Forza sismica verticale} \quad F_v = k_v \cdot W$$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = a_{max}/g$$

$$k_v = \pm 0,5 \times k_h$$

Conducendo il calcolo allo SLV (stato limite di salvaguardia della vita umana), per il sito in esame si ha:

$$T_r = 475 \text{ anni} \quad \text{Periodo di ritorno}$$

$$a_g = 0.091 \text{ g} \quad \text{Accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido}$$

$$F_0 = 2.486 \quad \text{Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro orizzontale}$$

#### Valori dei parametri $a_g$ , $F_0$ , $T_C^*$ per i periodi di ritorno $T_R$ associati a ciascuno S

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0.021	2.601	0.158
SLD	50	0.029	2.514	0.195
SLV	475	0.091	2.486	0.289
SLC	975	0.125	2.497	0.303

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere

valutata con la relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$

dove, per un terreno di tipo B ed in base al fattore di amplificazione del sito  $F_0$ , si ha (v. tabelle 3.2.V e 3.2.VI delle NTC 2018):

$S_s=1.5$  Coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_t=1.0$  Coefficiente di amplificazione topografica

## 6.5 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico prese in considerazioni nelle verifiche saranno definite tenendo conto di quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, (DM 17 Gennaio 2018) al § 2.5.3.

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto  $A_d$  (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qi}$  corrispondenti agli stati limite ultimi di equilibrio come corpo rigido (EQU), di resistenza della struttura (STR) e resistenza del terreno (GEO) sono dati dalla tabella 5.2.V delle NTC2018 per i carichi da traffico.

**Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU**

Coefficiente			EQU <sup>(1)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(5)</sup>	1,00 <sup>(6)</sup>	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	$\gamma_{Ced}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole		1,20	1,20	1,00

(1) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

(2) Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

(3) Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

(4) Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

(5) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna.

(6) 1,20 per effetti locali.

Le azioni variabili da traffico vengono combinate con i coefficienti di combinazione  $\Psi_{0j}$ ,  $\Psi_{1j}$  e  $\Psi_{2j}$ , i cui valori sono forniti nel § 5.2, Tab. 5.2.VI delle NTC2018.

**Tab. 5.2.VI - Coefficienti di combinazione  $\Psi$  delle azioni**

Azioni		$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
	$gr_1$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
Gruppi di carico	$gr_2$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	$gr_3$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$gr_4$	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	0,0
Azioni del vento	$F_{wk}$	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	$T_k$	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\Psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

## 7 METODO DI ANALISI

### 7.1 Calcolo della spinta sul muro, metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  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.

## 7.2 Spinta in presenza di 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 parete pari a

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

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

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  $k_h$ .

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

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

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

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.

## 7.3 Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante  $M_r$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a



stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $M_s$ ) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_r$ .

Eseguendo il calcolo secondo le NTC2018 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.

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

#### 7.4 Verifica a scorrimento

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

Eseguendo il calcolo secondo le NTC2018 si può impostare  $\eta_s \geq 1.0$ .

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

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

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

(considerata nulla nei casi in esame) 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 quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione,  $\delta_f$ , il Manuale di progettazione delle opere civili di RFI suggerisce di assumere un valore di  $\delta_f$  pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

## 7.5 Verifica al carico limite

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

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

Eseguendo il calcolo secondo le NTC2018 si può impostare  $\eta_q \geq 1.0$ .

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{c,i_c} + q N_q d_{q,i_q} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{\gamma,i_\gamma}$$

In questa espressione

- $c$  coesione del terreno in fondazione;
- $\phi$  angolo di attrito del terreno in fondazione;
- $\gamma$  peso di volume del terreno in fondazione;
- $B$  larghezza della fondazione;
- $D$  profondità del piano di posa;
- $q$  pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \operatorname{tg} \phi}$$

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

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

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\phi)$$

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

$$K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

fattori  $d$  e  $i$  che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

#### Fattori di profondità $d$

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

#### Fattori di inclinazione $i$

Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con  $\phi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\circ$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^\circ \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

### 7.6 Verifica alla stabilità globale

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

Eseguendo il calcolo secondo le NTC2018 si può impostare  $\eta_g \geq 1.0$

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:

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

dove il termine  $m$  è espresso da

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

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.

## 8 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 8.1 Muro di sostegno H = 2.00m

Geometria muro e fondazione

Descrizione

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

Altezza del paramento	2,00 [m]
Spessore in sommità	0,40 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,60 [m]
Inclinazione paramento esterno	5,71 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,50 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	2,10 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,60 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]

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	15,00	0,00	0,00

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	0,50	[m]

Descrizione terreni

*Simbologia adottata*

Nr. Indice del terreno

Descrizione Descrizione terreno

$\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]

$\gamma_w$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]



**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	23 di 110

Peso terreno a tergo  $C = 1.00$

Combinazione n° 2 [caso B]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo  $C = 1.00$

Sisma orizzontale + sisma verticale verso il basso

Combinazione n° 3 [caso B]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo  $C = 1.00$

Sisma orizzontale + sisma verticale verso l'alto

Combinazione n° 4 [caso C]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo  $C = 1.00$

Combinazione n° 5 [caso C]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo  $C = 1.00$

Sisma orizzontale + sisma verticale verso il basso

Combinazione n° 6 [caso C]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo  $C = 1.00$

Sisma orizzontale + sisma verticale verso l'alto

Impostazioni di analisi

Spinte e verifiche secondo:

ORDINANZA 20/03/2003 - EUROCODICI

Approccio progettuale 1(DA1)

Coefficienti parziali - caso B

Azioni permanenti	Azioni variabili	$\tan\phi'$	$c'$	$c_u$	$q_u$
1,35	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti parziali - caso C

Azioni permanenti	Azioni variabili	$\tan\phi'$	$c'$	$c_u$	$q_u$
1,00	1,30	1,25	1,60	1,40	1,40

### 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

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo del carico limite

metodo di Meyerhof

Calcolo della stabilità globale

metodo di Fellenius

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta attiva

### Sisma

Accelerazione al suolo  $a_g =$

9.10%

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.50

Coefficiente di importanza ( $\gamma_I$ )

1.00

Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_t$ )

1.00

Coefficiente riduzione spinta (r)

2.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g * \gamma_I * S_t * S) / r = 6.82$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 3.41$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)

0,0

Calcolo riferito ad 1 metro di muro



**COMBINAZIONE n° 1**
Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=1,00 Y=-2,60
Punto superiore superficie di spinta	X=1,00 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	2,60 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=1,00 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	66,95 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 Y=0,00
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	6672,86 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=0,50 Y=-1,00

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	12322,91 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	0,00 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	16100,94 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	12322,91 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,26 [m]
Risultante in fondazione	12322,91 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3161,79 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	10348820,94 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,10 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,1566 [kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,0170 [kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 23.94$	$N'_c = 30.40$
$N_q = 13.20$	$N'_q = 14.93$
$N_\gamma = 9.46$	$N'_\gamma = 10.71$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	99.90
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	839.80
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	75.08

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	26 di 110

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 1

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 [kg]
$\alpha$	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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 1,99

Raggio del cerchio R[m]= 4,72

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,19

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,29

Larghezza della striscia dx[m]= 0,30

Coefficiente di sicurezza C= 75.08

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	4118.13	60.82	3595.59	0.61	27.00	21.200	0.000
2	4370.59	54.50	3557.98	0.52	27.00	21.200	0.000
3	4514.43	48.62	3387.48	0.45	27.00	21.200	0.000
4	4582.61	43.38	3147.33	0.41	27.00	21.200	0.000
5	4594.79	38.56	2863.93	0.38	27.00	21.200	0.000
6	4562.38	34.04	2554.19	0.36	27.00	21.200	0.000
7	4492.67	29.76	2230.16	0.34	27.00	21.200	0.000
8	4390.60	25.66	1901.04	0.33	27.00	21.200	0.000
9	4259.70	21.69	1574.25	0.32	27.00	21.200	0.000
10	4102.51	17.83	1256.04	0.31	27.00	21.200	0.000
11	3910.07	14.05	949.23	0.31	27.00	21.200	0.000
12	2822.23	10.33	506.22	0.30	27.00	21.200	0.000
13	2595.44	6.66	301.01	0.30	27.00	21.200	0.000
14	2347.17	3.01	123.43	0.30	27.00	21.200	0.000
15	2113.80	-0.62	-22.84	0.30	27.00	21.200	0.000
16	1947.17	-4.25	-144.47	0.30	27.00	21.200	0.000
17	1080.11	-7.91	-148.61	0.30	27.00	21.200	0.000
18	1036.75	-11.59	-208.37	0.31	27.00	21.200	0.000
19	1171.48	-15.33	-309.71	0.31	27.00	21.200	0.000
20	1069.79	-19.13	-350.65	0.32	27.00	21.200	0.000
21	941.93	-23.03	-368.46	0.33	27.00	21.200	0.000
22	787.00	-27.04	-357.76	0.34	27.00	21.200	0.000
23	602.16	-31.20	-311.93	0.35	27.00	21.200	0.000
24	383.48	-35.55	-222.98	0.37	27.00	21.200	0.000
25	125.34	-40.16	-80.84	0.39	27.00	21.200	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	27 di 110

$\Sigma W_i = 66922,34$  [kg]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 25421,27$  [kg]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 28645,16$  [kg]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 1880108,06$  [kg]

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,20	276,73	0,49	27,96
2	0,50	717,05	20,30	174,74
3	0,80	1187,65	96,17	447,34
4	1,10	1688,53	265,35	844,71
5	1,40	2219,68	557,88	1300,04
6	1,70	2781,11	977,36	1745,94
7	2,00	3372,81	1520,67	2184,23

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,10	1,01	27,12
3	0,20	6,79	95,20
4	0,30	21,42	204,25
5	0,40	49,01	354,27
6	0,50	93,64	545,26

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,20	7,73	70,58
3	0,40	25,53	100,71
4	0,60	45,32	90,40
5	0,80	59,00	39,64
6	1,00	58,48	-51,56

**Opere di sostegno**

**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	28 di 110

COMBINAZIONE n° 2

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=1,00 Y=-2,60
Punto superiore superficie di spinta	X=1,00 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	2,60 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=1,00 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	66,95 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=1,00 Y=-0,08
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	66,89 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	6672,86 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=0,50 Y=-1,00
Inerzia del muro	520,58 [kg]
Inerzia verticale del muro	260,29 [kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	455,42 [kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	227,71 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	976,00 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	12810,92 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1168,94 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	16715,17 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	12810,92 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	976,00 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,16 [m]
Risultante in fondazione	12848,04 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,36 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2094,67 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	9648424,98 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,10 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3251 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8950 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 23.94$	$N'_c = 25.39$
$N_q = 13.20$	$N'_q = 12.97$
$N_\gamma = 9.46$	$N'_\gamma = 7.22$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	14.30
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.26
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	753.14
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	65.29

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	29 di 110

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 2

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 [kg]  
 $\alpha$  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 [kg/cmq]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 1,99

Raggio del cerchio R[m]= 4,72

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,19

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,29

Larghezza della striscia dx[m]= 0,30

Coefficiente di sicurezza C= 65.29

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	4118.13	60.82	3595.59	0.61	27.00	21.200	0.000
2	4370.59	54.50	3557.98	0.52	27.00	21.200	0.000
3	4514.43	48.62	3387.48	0.45	27.00	21.200	0.000
4	4582.61	43.38	3147.33	0.41	27.00	21.200	0.000
5	4594.79	38.56	2863.93	0.38	27.00	21.200	0.000
6	4562.38	34.04	2554.19	0.36	27.00	21.200	0.000
7	4492.67	29.76	2230.16	0.34	27.00	21.200	0.000
8	4390.60	25.66	1901.04	0.33	27.00	21.200	0.000
9	4259.70	21.69	1574.25	0.32	27.00	21.200	0.000
10	4102.51	17.83	1256.04	0.31	27.00	21.200	0.000
11	3910.07	14.05	949.23	0.31	27.00	21.200	0.000
12	2822.23	10.33	506.22	0.30	27.00	21.200	0.000
13	2595.44	6.66	301.01	0.30	27.00	21.200	0.000
14	2347.17	3.01	123.43	0.30	27.00	21.200	0.000
15	2113.80	-0.62	-22.84	0.30	27.00	21.200	0.000
16	1947.17	-4.25	-144.47	0.30	27.00	21.200	0.000
17	1080.11	-7.91	-148.61	0.30	27.00	21.200	0.000
18	1036.75	-11.59	-208.37	0.31	27.00	21.200	0.000
19	1171.48	-15.33	-309.71	0.31	27.00	21.200	0.000
20	1069.79	-19.13	-350.65	0.32	27.00	21.200	0.000
21	941.93	-23.03	-368.46	0.33	27.00	21.200	0.000
22	787.00	-27.04	-357.76	0.34	27.00	21.200	0.000
23	602.16	-31.20	-311.93	0.35	27.00	21.200	0.000
24	383.48	-35.55	-222.98	0.37	27.00	21.200	0.000
25	125.34	-40.16	-80.84	0.39	27.00	21.200	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	30 di 110

$\Sigma W_i = 66922,34$  [kg]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 25421,27$  [kg]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 28645,16$  [kg]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 1880108,06$  [kg]

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,20	276,73	2,62	50,69
2	0,50	717,05	36,30	247,71
3	0,80	1187,65	144,02	589,91
4	1,10	1688,53	368,82	1076,09
5	1,40	2219,68	745,57	1630,28
6	1,70	2781,11	1279,04	2175,80
7	2,00	3372,81	1966,36	2714,74

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,10	9,21	188,63
3	0,20	38,63	404,39
4	0,30	90,99	647,30
5	0,40	168,99	917,35
6	0,50	275,36	1214,54

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,20	-14,81	-145,66
3	0,40	-57,27	-276,46
4	0,60	-124,41	-392,40
5	0,80	-213,24	-493,47
6	1,00	-320,80	-579,68

**COMBINAZIONE n° 3**
Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=1,00 Y=-2,60
Punto superiore superficie di spinta	X=1,00 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	2,60 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=1,00 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	66,95 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=1,00 Y=-0,08
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	66,89 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	6672,86 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=0,50 Y=-1,00
Inerzia del muro	520,58 [kg]
Inerzia verticale del muro	-260,29 [kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	455,42 [kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-227,71 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	976,00 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	11834,91 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1783,17 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	16100,94 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	11834,91 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	976,00 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,16 [m]
Risultante in fondazione	11875,09 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,71 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1891,02 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	9607325,96 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,10 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3063 [kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8208 [kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 23.94$	$N'_c = 25.18$
$N_q = 13.20$	$N'_q = 12.87$
$N_\gamma = 9.46$	$N'_\gamma = 7.00$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	9.03
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.94
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	811.78
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	69.33

Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 3

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 [kg]  
 $\alpha$  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 [kg/cmq]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 1,99

Raggio del cerchio R[m]= 4,72

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,19

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,29

Larghezza della striscia dx[m]= 0,30

Coefficiente di sicurezza C= 69.33

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	4118.13	60.82	3595.59	0.61	27.00	21.200	0.000
2	4370.59	54.50	3557.98	0.52	27.00	21.200	0.000
3	4514.43	48.62	3387.48	0.45	27.00	21.200	0.000
4	4582.61	43.38	3147.33	0.41	27.00	21.200	0.000
5	4594.79	38.56	2863.93	0.38	27.00	21.200	0.000
6	4562.38	34.04	2554.19	0.36	27.00	21.200	0.000
7	4492.67	29.76	2230.16	0.34	27.00	21.200	0.000
8	4390.60	25.66	1901.04	0.33	27.00	21.200	0.000
9	4259.70	21.69	1574.25	0.32	27.00	21.200	0.000
10	4102.51	17.83	1256.04	0.31	27.00	21.200	0.000
11	3910.07	14.05	949.23	0.31	27.00	21.200	0.000
12	2822.23	10.33	506.22	0.30	27.00	21.200	0.000
13	2595.44	6.66	301.01	0.30	27.00	21.200	0.000
14	2347.17	3.01	123.43	0.30	27.00	21.200	0.000
15	2113.80	-0.62	-22.84	0.30	27.00	21.200	0.000
16	1947.17	-4.25	-144.47	0.30	27.00	21.200	0.000
17	1080.11	-7.91	-148.61	0.30	27.00	21.200	0.000
18	1036.75	-11.59	-208.37	0.31	27.00	21.200	0.000
19	1171.48	-15.33	-309.71	0.31	27.00	21.200	0.000
20	1069.79	-19.13	-350.65	0.32	27.00	21.200	0.000
21	941.93	-23.03	-368.46	0.33	27.00	21.200	0.000
22	787.00	-27.04	-357.76	0.34	27.00	21.200	0.000
23	602.16	-31.20	-311.93	0.35	27.00	21.200	0.000
24	383.48	-35.55	-222.98	0.37	27.00	21.200	0.000
25	125.34	-40.16	-80.84	0.39	27.00	21.200	0.000



**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	33 di 110

$\Sigma W_i = 66922,34$  [kg]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 25421,27$  [kg]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 28645,16$  [kg]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 1880108,06$  [kg]

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,20	276,73	2,49	48,78
2	0,50	717,05	34,32	235,78
3	0,80	1187,65	135,88	559,38
4	1,10	1688,53	347,66	1018,44
5	1,40	2219,68	702,44	1541,55
6	1,70	2781,11	1204,71	2056,65
7	2,00	3372,81	1851,79	2565,67

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,10	8,22	168,54
3	0,20	34,52	361,58
4	0,30	81,35	579,12
5	0,40	151,16	821,16
6	0,50	246,40	1087,71

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,20	-29,30	-288,75
3	0,40	-113,81	-552,08
4	0,60	-248,44	-790,00
5	0,80	-428,11	-1002,49
6	1,00	-647,74	-1189,57

**Opere di sostegno**
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	34 di 110

COMBINAZIONE n° 4
Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=1,00 Y=-2,60
Punto superiore superficie di spinta	X=1,00 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	2,60 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=1,00 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,81 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 Y=0,00
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	4942,86 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=0,50 Y=-1,00

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	10592,91 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	0,00 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	13332,91 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	10592,91 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,21 [m]
Risultante in fondazione	10592,91 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2210,27 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	4797591,43 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,10 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2037 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,8051 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 17.08$	$N'_c = 21.21$
$N_q = 7.96$	$N'_q = 8.90$
$N_\gamma = 4.19$	$N'_\gamma = 4.69$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	99.90
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	452.91
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	63.48

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 4

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 [kg]

**Opere di sostegno**

**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	35 di 110

- $\alpha$  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 [kg/cmq]  
 $b$  larghezza della striscia espressa in [m]  
 $u$  pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 1,99

Raggio del cerchio R[m]= 4,72

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,19

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,29

Larghezza della striscia dx[m]= 0,30

Coefficiente di sicurezza C= 63.48

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	3050.47	60.82	2663.40	0.61	22.18	13.250	0.000
2	3237.47	54.50	2635.54	0.52	22.18	13.250	0.000
3	3344.02	48.62	2509.24	0.45	22.18	13.250	0.000
4	3394.53	43.38	2331.35	0.41	22.18	13.250	0.000
5	3403.55	38.56	2121.43	0.38	22.18	13.250	0.000
6	3379.54	34.04	1892.00	0.36	22.18	13.250	0.000
7	3327.90	29.76	1651.97	0.34	22.18	13.250	0.000
8	3252.30	25.66	1408.18	0.33	22.18	13.250	0.000
9	3155.33	21.69	1166.11	0.32	22.18	13.250	0.000
10	3038.90	17.83	930.40	0.31	22.18	13.250	0.000
11	2897.76	14.05	703.48	0.31	22.18	13.250	0.000
12	2206.92	10.33	395.86	0.30	22.18	13.250	0.000
13	2038.92	6.66	236.47	0.30	22.18	13.250	0.000
14	1855.02	3.01	97.55	0.30	22.18	13.250	0.000
15	1942.22	-0.62	-20.98	0.30	22.18	13.250	0.000
16	1914.32	-4.25	-142.03	0.30	22.18	13.250	0.000
17	948.95	-7.91	-130.56	0.30	22.18	13.250	0.000
18	884.34	-11.59	-177.73	0.31	22.18	13.250	0.000
19	868.40	-15.33	-229.58	0.31	22.18	13.250	0.000
20	792.44	-19.13	-259.74	0.32	22.18	13.250	0.000
21	697.72	-23.03	-272.94	0.33	22.18	13.250	0.000
22	582.96	-27.04	-265.01	0.34	22.18	13.250	0.000
23	446.04	-31.20	-231.06	0.35	22.18	13.250	0.000
24	284.06	-35.55	-165.17	0.37	22.18	13.250	0.000
25	92.84	-40.16	-59.88	0.39	22.18	13.250	0.000

$\Sigma W_i = 51036,93$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 18788,28$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 17568,74$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 1175067,54$  [kg]

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,20	204,98	0,85	28,02
2	0,50	531,15	22,66	175,13
3	0,80	879,74	102,43	448,33
4	1,10	1250,76	275,78	821,50
5	1,40	1644,21	558,17	1205,64
6	1,70	2060,08	949,47	1588,75
7	2,00	2498,38	1449,10	1971,08

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,10	3,16	68,03
3	0,20	14,56	164,69
4	0,30	37,06	290,00
5	0,40	73,51	443,94
6	0,50	126,80	626,53

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,20	8,54	81,56
3	0,40	31,08	140,00
4	0,60	63,00	175,30
5	0,80	99,66	187,48
6	1,00	136,45	176,53

**Opere di sostegno**

**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	37 di 110

COMBINAZIONE n° 5

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=1,00 Y=-2,60
Punto superiore superficie di spinta	X=1,00 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	2,60 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=1,00 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,81 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=1,00 Y=-0,08
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	62,69 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	4942,86 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=0,50 Y=-1,00
Inerzia del muro	385,62 [kg]
Inerzia verticale del muro	192,81 [kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	337,35 [kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	168,67 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	722,97 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	10954,40 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	865,88 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	13787,90 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	10954,40 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	722,97 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,13 [m]
Risultante in fondazione	10978,23 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	3,78 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1419,81 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	4480111,06 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,10 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3285 [kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,7148 [kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 17.08$	$N'_c = 18.12$
$N_q = 7.96$	$N'_q = 7.88$
$N_\gamma = 4.19$	$N'_\gamma = 3.11$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	15.92
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.94
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	408.98
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	54.99

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	38 di 110

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 5

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 [kg]  
 $\alpha$  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 [kg/cmq]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 1,99

Raggio del cerchio R[m]= 4,72

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,19

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,29

Larghezza della striscia dx[m]= 0,30

Coefficiente di sicurezza C= 54.99

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	3050.47	60.82	2663.40	0.61	22.18	13.250	0.000
2	3237.47	54.50	2635.54	0.52	22.18	13.250	0.000
3	3344.02	48.62	2509.24	0.45	22.18	13.250	0.000
4	3394.53	43.38	2331.35	0.41	22.18	13.250	0.000
5	3403.55	38.56	2121.43	0.38	22.18	13.250	0.000
6	3379.54	34.04	1892.00	0.36	22.18	13.250	0.000
7	3327.90	29.76	1651.97	0.34	22.18	13.250	0.000
8	3252.30	25.66	1408.18	0.33	22.18	13.250	0.000
9	3155.33	21.69	1166.11	0.32	22.18	13.250	0.000
10	3038.90	17.83	930.40	0.31	22.18	13.250	0.000
11	2897.76	14.05	703.48	0.31	22.18	13.250	0.000
12	2206.92	10.33	395.86	0.30	22.18	13.250	0.000
13	2038.92	6.66	236.47	0.30	22.18	13.250	0.000
14	1855.02	3.01	97.55	0.30	22.18	13.250	0.000
15	1942.22	-0.62	-20.98	0.30	22.18	13.250	0.000
16	1914.32	-4.25	-142.03	0.30	22.18	13.250	0.000
17	948.95	-7.91	-130.56	0.30	22.18	13.250	0.000
18	884.34	-11.59	-177.73	0.31	22.18	13.250	0.000
19	868.40	-15.33	-229.58	0.31	22.18	13.250	0.000
20	792.44	-19.13	-259.74	0.32	22.18	13.250	0.000
21	697.72	-23.03	-272.94	0.33	22.18	13.250	0.000
22	582.96	-27.04	-265.01	0.34	22.18	13.250	0.000
23	446.04	-31.20	-231.06	0.35	22.18	13.250	0.000
24	284.06	-35.55	-165.17	0.37	22.18	13.250	0.000
25	92.84	-40.16	-59.88	0.39	22.18	13.250	0.000

$\Sigma W_i = 51036,93$  [kg]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 18788,28$  [kg]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 17568,74$  [kg]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 1175067,54$  [kg]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,20	204,98	2,46	45,36
2	0,50	531,15	35,03	232,32
3	0,80	879,74	140,01	561,97
4	1,10	1250,76	357,77	1005,07
5	1,40	1644,21	706,13	1461,99
6	1,70	2060,08	1185,41	1919,28
7	2,00	2498,38	1795,51	2377,23

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 5

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,10	9,23	187,66
3	0,20	38,15	393,72
4	0,30	88,59	618,18
5	0,40	162,40	861,04
6	0,50	261,41	1122,29

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,20	-8,16	-78,61
3	0,40	-30,26	-139,39
4	0,60	-62,72	-182,32
5	0,80	-102,00	-207,41
6	1,00	-144,50	-214,67

**COMBINAZIONE n° 6**
Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=1,00 Y=-2,60
Punto superiore superficie di spinta	X=1,00 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	2,60 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=1,00 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,81 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=1,00 Y=-0,08
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	62,75 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	4942,86 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=0,50 Y=-1,00
Inerzia del muro	385,62 [kg]
Inerzia verticale del muro	-192,81 [kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	337,35 [kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-168,67 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	722,97 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	10231,43 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1320,87 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	13332,91 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	10231,43 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	722,97 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,12 [m]
Risultante in fondazione	10256,94 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,04 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1268,96 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	4479162,46 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,10 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3146 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,6599 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 17.08$	$N'_c = 18.01$
$N_q = 7.96$	$N'_q = 7.83$
$N_\gamma = 4.19$	$N'_\gamma = 3.02$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	10.09
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.68
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	437.78
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	58.39



**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	41 di 110

Stabilità globale muro + terreno

**Combinazione n° 6**

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 [kg]  
 **$\alpha$**  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 [kg/cmq]  
**b** larghezza della striscia espressa in [m]  
**u** pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 1,99

Raggio del cerchio R[m]= 4,72

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,19

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,29

Larghezza della striscia dx[m]= 0,30

Coefficiente di sicurezza C= 58.39

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	3050.47	60.82	2663.40	0.61	22.18	13.250	0.000
2	3237.47	54.50	2635.54	0.52	22.18	13.250	0.000
3	3344.02	48.62	2509.24	0.45	22.18	13.250	0.000
4	3394.53	43.38	2331.35	0.41	22.18	13.250	0.000
5	3403.55	38.56	2121.43	0.38	22.18	13.250	0.000
6	3379.54	34.04	1892.00	0.36	22.18	13.250	0.000
7	3327.90	29.76	1651.97	0.34	22.18	13.250	0.000
8	3252.30	25.66	1408.18	0.33	22.18	13.250	0.000
9	3155.33	21.69	1166.11	0.32	22.18	13.250	0.000
10	3038.90	17.83	930.40	0.31	22.18	13.250	0.000
11	2897.76	14.05	703.48	0.31	22.18	13.250	0.000
12	2206.92	10.33	395.86	0.30	22.18	13.250	0.000
13	2038.92	6.66	236.47	0.30	22.18	13.250	0.000
14	1855.02	3.01	97.55	0.30	22.18	13.250	0.000
15	1942.22	-0.62	-20.98	0.30	22.18	13.250	0.000
16	1914.32	-4.25	-142.03	0.30	22.18	13.250	0.000
17	948.95	-7.91	-130.56	0.30	22.18	13.250	0.000
18	884.34	-11.59	-177.73	0.31	22.18	13.250	0.000
19	868.40	-15.33	-229.58	0.31	22.18	13.250	0.000
20	792.44	-19.13	-259.74	0.32	22.18	13.250	0.000
21	697.72	-23.03	-272.94	0.33	22.18	13.250	0.000
22	582.96	-27.04	-265.01	0.34	22.18	13.250	0.000
23	446.04	-31.20	-231.06	0.35	22.18	13.250	0.000
24	284.06	-35.55	-165.17	0.37	22.18	13.250	0.000
25	92.84	-40.16	-59.88	0.39	22.18	13.250	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	42 di 110

$\Sigma W_i = 51036,93$  [kg]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 18788,28$  [kg]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 17568,74$  [kg]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 1175067,54$  [kg]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 6

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,20	204,98	2,33	43,45
2	0,50	531,15	33,04	220,37
3	0,80	879,74	131,86	531,39
4	1,10	1250,76	336,70	949,04
5	1,40	1644,21	664,31	1379,76
6	1,70	2060,08	1115,01	1810,92
7	2,00	2498,38	1688,69	2242,79

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 6

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,10	8,50	172,78
3	0,20	35,10	362,01
4	0,30	81,45	567,68
5	0,40	149,19	789,79
6	0,50	239,96	1028,34

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 6

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,20	-18,89	-184,61
3	0,40	-72,13	-343,55
4	0,60	-154,60	-476,84
5	0,80	-261,16	-584,47
6	1,00	-386,68	-666,44

## 8.2 Muro di sostegno H = 3.00m

Geometria muro e fondazione

Descrizione

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

Altezza del paramento	3,00 [m]
Spessore in sommità	0,40 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,70 [m]
Inclinazione paramento esterno	5,71 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,60 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1,80 [m]
Lunghezza totale fondazione	3,10 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,70 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]

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	0,50	[m]

Descrizione terreni

*Simbologia adottata*

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_w$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
<i>c</i>	Coesione espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
<i>c<sub>a</sub></i>	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Nr.	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_w$	$\phi$	$\delta$	<i>c</i>	<i>c<sub>a</sub></i>
2	Terreno 2	2740	2740	27.00	27.00	21,200	0,000
3	Terreno 3	2740	2740	27.00	18.00	21,200	0,000

Stratigrafia

*Simbologia adottata*

<b>N</b>	Indice dello strato
<b>Y0</b>	Ordinata punto iniziale espresso in [m]
<b>Y1</b>	Ordinata punto finale espresso in [m]
<b>a</b>	Inclinazione espressa in [°]
<b>Kw</b>	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
<b>Ks</b>	Coefficiente di spinta
<b>Terreno</b>	Terreno dello strato

<b>Nr.</b>	<b>Y0</b>	<b>Y1</b>	<b>a</b>	<b>Kw</b>	<b>Ks</b>	<b>Terreno</b>
1	-6,00	-6,00	0,00	278,17	0,00	Terreno 3
2	-13,00	-13,00	0,00	293,79	0,00	Terreno 2

Terreno di riempimento

Terreno 1

Condizioni di carico

*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

<b>X</b>	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
<b>F<sub>x</sub></b>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
<b>F<sub>y</sub></b>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
<b>M</b>	Momento espresso in [kgm]
<b>X<sub>i</sub></b>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
<b>X<sub>f</sub></b>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
<b>Q<sub>i</sub></b>	Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [kg/m]
<b>Q<sub>f</sub></b>	Intensità del carico per x=X <sub>f</sub> espressa in [kg/m]
<b>D / C</b>	Tipo carico: D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Peso terreno a tergo)

<b>D</b>	<b>Profilo</b>	<b>X<sub>i</sub>=0,00</b>	<b>X<sub>f</sub>=10,50</b>	<b>Q<sub>i</sub>=0,00</b>	<b>Q<sub>f</sub>=24000,00</b>
----------	----------------	---------------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------------------

Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

C Coefficiente di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 [caso B]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo C = 1.00

Combinazione n° 2 [caso B]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo C = 1.00

Sisma orizzontale + sisma verticale verso il basso

Combinazione n° 3 [caso B]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo C = 1.00

Sisma orizzontale + sisma verticale verso l'alto

Combinazione n° 4 [caso C]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo C = 1.00

Combinazione n° 5 [caso C]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo C = 1.00

Sisma orizzontale + sisma verticale verso il basso

Combinazione n° 6 [caso C]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo C = 1.00

Sisma orizzontale + sisma verticale verso l'alto

Impostazioni di analisi

Spinte e verifiche secondo:

ORDINANZA 20/03/2003 - EUROCODICI  
 Approccio progettuale 1(DA1)

Coefficienti parziali - caso B

Azioni permanenti	Azioni variabili	$\tan\phi'$	$c'$	$c_u$	$q_u$
1,35	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti parziali - caso C

Azioni permanenti	Azioni variabili	$\tan\phi'$	$c'$	$c_u$	$q_u$
1,00	1,30	1,25	1,60	1,40	1,40

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

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Fellenius
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

Sisma

Zona sismica	Zona 1 ( $a_g=35\%g$ )
Accelerazione al suolo $a_g =$	9.10%
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di importanza ( $\gamma_I$ )	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione spinta (r)	2.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g*\gamma_I*St*S)/r = 6.82$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 3.41$
Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento) 0,0

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

**Opere di sostegno**
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	47 di 110

COMBINAZIONE n° 1
Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=1,80 Y=-3,70
Punto superiore superficie di spinta	X=1,80 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	3,70 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=1,80 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	66,70 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 Y=0,00
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	18849,86 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=0,90 Y=-1,50

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	28399,98 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	0,00 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	54079,10 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	28399,98 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,35 [m]
Risultante in fondazione	28399,98 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-10058,84 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	15640751,06 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,10 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2881 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,5441 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 23.94$	$N'_c = 30.40$
$N_q = 13.20$	$N'_q = 14.93$
$N_\gamma = 9.46$	$N'_\gamma = 10.70$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	99.90
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	550.73
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	48.89

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	48 di 110

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 1

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 [kg]  
 $\alpha$  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 [kg/cmq]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 2,91

Raggio del cerchio R[m]= 6,85

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,22

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6,21

Larghezza della striscia dx[m]= 0,42

Coefficiente di sicurezza C= 48.89

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	8293.87	60.89	7246.48	0.86	27.00	21.200	0.000
2	8789.28	54.72	7174.81	0.72	27.00	21.200	0.000
3	9077.52	49.03	6854.42	0.64	27.00	21.200	0.000
4	9221.32	43.95	6399.67	0.58	27.00	21.200	0.000
5	9257.70	39.27	5859.96	0.54	27.00	21.200	0.000
6	9208.37	34.89	5267.11	0.51	27.00	21.200	0.000
7	9087.31	30.73	4643.82	0.49	27.00	21.200	0.000
8	8904.10	26.75	4007.45	0.47	27.00	21.200	0.000
9	8665.56	22.90	3371.98	0.45	27.00	21.200	0.000
10	8376.69	19.16	2749.12	0.44	27.00	21.200	0.000
11	7279.35	15.50	1945.44	0.43	27.00	21.200	0.000
12	5893.48	11.91	1215.97	0.43	27.00	21.200	0.000
13	5472.15	8.36	795.64	0.42	27.00	21.200	0.000
14	5010.29	4.85	423.24	0.42	27.00	21.200	0.000
15	4502.98	1.35	106.05	0.42	27.00	21.200	0.000
16	4164.12	-2.14	-155.63	0.42	27.00	21.200	0.000
17	2121.20	-5.64	-208.51	0.42	27.00	21.200	0.000
18	1732.49	-9.16	-275.85	0.42	27.00	21.200	0.000
19	1956.35	-12.72	-430.69	0.43	27.00	21.200	0.000
20	1791.29	-16.32	-503.49	0.43	27.00	21.200	0.000
21	1580.12	-20.00	-540.42	0.44	27.00	21.200	0.000
22	1321.58	-23.76	-532.53	0.46	27.00	21.200	0.000
23	1011.69	-27.64	-469.32	0.47	27.00	21.200	0.000
24	645.11	-31.66	-338.59	0.49	27.00	21.200	0.000
25	214.50	-35.86	-125.66	0.51	27.00	21.200	0.000



**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	49 di 110

$\Sigma W_i = 133578,43$  [kg]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 54480,46$  [kg]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 56910,17$  [kg]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 2606870,51$  [kg]

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,30	420,14	3,17	62,91
2	0,75	1107,11	78,05	393,17
3	1,20	1862,21	348,97	1006,52
4	1,65	2685,43	941,75	1902,96
5	2,10	3576,77	1981,32	3067,87
6	2,55	4536,24	3547,42	4295,39
7	3,00	5563,83	5638,41	5499,66

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,12	9,31	164,90
3	0,24	41,91	388,15
4	0,36	104,80	669,74
5	0,48	204,98	1009,67
6	0,60	349,45	1407,95

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,36	21,14	96,55
3	0,72	54,50	67,92
4	1,08	55,01	-85,91
5	1,44	-22,38	-364,92
6	1,80	-222,75	-769,12

**Opere di sostegno**

**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	50 di 110

COMBINAZIONE n° 2

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=1,80 Y=-3,70
Punto superiore superficie di spinta	X=1,80 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	3,70 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=1,80 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	66,70 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=1,80 Y=-0,12
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	66,57 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	18849,86 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=0,90 Y=-1,50
Inerzia del muro	879,92 [kg]
Inerzia verticale del muro	439,96 [kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1286,50 [kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	643,25 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2166,43 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	29483,19 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	3789,59 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	56075,15 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	29483,19 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2166,43 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,22 [m]
Risultante in fondazione	29562,68 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,20 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6586,31 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	13977093,86 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,10 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,5399 [kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,3623 [kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 23.94$	$N'_c = 24.51$
$N_q = 13.20$	$N'_q = 12.75$
$N_\gamma = 9.46$	$N'_\gamma = 7.17$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	14.80
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.42
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	474.07
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	42.83

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 2

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 [kg]  
 $\alpha$  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 [kg/cmq]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 2,91

Raggio del cerchio R[m]= 6,85

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,22

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6,21

Larghezza della striscia dx[m]= 0,42

Coefficiente di sicurezza C= 42.83

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	8293.87	60.89	7246.48	0.86	27.00	21.200	0.000
2	8789.28	54.72	7174.81	0.72	27.00	21.200	0.000
3	9077.52	49.03	6854.42	0.64	27.00	21.200	0.000
4	9221.32	43.95	6399.67	0.58	27.00	21.200	0.000
5	9257.70	39.27	5859.96	0.54	27.00	21.200	0.000
6	9208.37	34.89	5267.11	0.51	27.00	21.200	0.000
7	9087.31	30.73	4643.82	0.49	27.00	21.200	0.000
8	8904.10	26.75	4007.45	0.47	27.00	21.200	0.000
9	8665.56	22.90	3371.98	0.45	27.00	21.200	0.000
10	8376.69	19.16	2749.12	0.44	27.00	21.200	0.000
11	7279.35	15.50	1945.44	0.43	27.00	21.200	0.000
12	5893.48	11.91	1215.97	0.43	27.00	21.200	0.000
13	5472.15	8.36	795.64	0.42	27.00	21.200	0.000
14	5010.29	4.85	423.24	0.42	27.00	21.200	0.000
15	4502.98	1.35	106.05	0.42	27.00	21.200	0.000
16	4164.12	-2.14	-155.63	0.42	27.00	21.200	0.000
17	2121.20	-5.64	-208.51	0.42	27.00	21.200	0.000
18	1732.49	-9.16	-275.85	0.42	27.00	21.200	0.000
19	1956.35	-12.72	-430.69	0.43	27.00	21.200	0.000
20	1791.29	-16.32	-503.49	0.43	27.00	21.200	0.000
21	1580.12	-20.00	-540.42	0.44	27.00	21.200	0.000
22	1321.58	-23.76	-532.53	0.46	27.00	21.200	0.000
23	1011.69	-27.64	-469.32	0.47	27.00	21.200	0.000
24	645.11	-31.66	-338.59	0.49	27.00	21.200	0.000
25	214.50	-35.86	-125.66	0.51	27.00	21.200	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	52 di 110

$\Sigma W_i = 133578,43$  [kg]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 54480,46$  [kg]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 56910,17$  [kg]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 2606870,51$  [kg]

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,30	420,14	8,40	101,47
2	0,75	1107,11	121,03	530,52
3	1,20	1862,21	485,19	1291,79
4	1,65	2685,43	1248,84	2385,28
5	2,10	3576,77	2558,84	3794,07
6	2,55	4536,24	4509,84	5279,97
7	3,00	5563,83	7102,25	6743,62

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,12	27,03	456,93
3	0,24	111,19	952,05
4	0,36	257,05	1485,39
5	0,48	469,21	2056,92
6	0,60	752,24	2666,65

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,36	-85,83	-467,51
3	0,72	-329,88	-878,94
4	1,08	-711,94	-1234,28
5	1,44	-1211,83	-1533,53
6	1,80	-1809,36	-1776,70

**Opere di sostegno**
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	53 di 110

COMBINAZIONE n° 3
Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=1,80 Y=-3,70
Punto superiore superficie di spinta	X=1,80 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	3,70 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=1,80 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	66,70 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=1,80 Y=-0,12
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	66,57 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	18849,86 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=0,90 Y=-1,50
Inerzia del muro	879,92 [kg]
Inerzia verticale del muro	-439,96 [kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1286,50 [kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-643,25 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2166,43 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	27316,76 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	5785,63 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	54079,10 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	27316,76 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2166,43 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,22 [m]
Risultante in fondazione	27402,53 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,53 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-5952,19 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	13924891,90 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,10 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,5096 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,2528 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 23.94$	$N'_c = 24.32$
$N_q = 13.20$	$N'_q = 12.65$
$N_\gamma = 9.46$	$N'_\gamma = 6.96$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	9.35
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.10
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	509.76
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	45.49

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	54 di 110

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 3

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 [kg]
$\alpha$	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 [kg/cm <sup>q</sup> ]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm <sup>q</sup> ]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 2,91

Raggio del cerchio R[m]= 6,85

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,22

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6,21

Larghezza della striscia dx[m]= 0,42

Coefficiente di sicurezza C= 45.49

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	8293.87	60.89	7246.48	0.86	27.00	21.200	0.000
2	8789.28	54.72	7174.81	0.72	27.00	21.200	0.000
3	9077.52	49.03	6854.42	0.64	27.00	21.200	0.000
4	9221.32	43.95	6399.67	0.58	27.00	21.200	0.000
5	9257.70	39.27	5859.96	0.54	27.00	21.200	0.000
6	9208.37	34.89	5267.11	0.51	27.00	21.200	0.000
7	9087.31	30.73	4643.82	0.49	27.00	21.200	0.000
8	8904.10	26.75	4007.45	0.47	27.00	21.200	0.000
9	8665.56	22.90	3371.98	0.45	27.00	21.200	0.000
10	8376.69	19.16	2749.12	0.44	27.00	21.200	0.000
11	7279.35	15.50	1945.44	0.43	27.00	21.200	0.000
12	5893.48	11.91	1215.97	0.43	27.00	21.200	0.000
13	5472.15	8.36	795.64	0.42	27.00	21.200	0.000
14	5010.29	4.85	423.24	0.42	27.00	21.200	0.000
15	4502.98	1.35	106.05	0.42	27.00	21.200	0.000
16	4164.12	-2.14	-155.63	0.42	27.00	21.200	0.000
17	2121.20	-5.64	-208.51	0.42	27.00	21.200	0.000
18	1732.49	-9.16	-275.85	0.42	27.00	21.200	0.000
19	1956.35	-12.72	-430.69	0.43	27.00	21.200	0.000
20	1791.29	-16.32	-503.49	0.43	27.00	21.200	0.000
21	1580.12	-20.00	-540.42	0.44	27.00	21.200	0.000
22	1321.58	-23.76	-532.53	0.46	27.00	21.200	0.000
23	1011.69	-27.64	-469.32	0.47	27.00	21.200	0.000
24	645.11	-31.66	-338.59	0.49	27.00	21.200	0.000
25	214.50	-35.86	-125.66	0.51	27.00	21.200	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	55 di 110

$\Sigma W_i = 133578,43$  [kg]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 54480,46$  [kg]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 56910,17$  [kg]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 2606870,51$  [kg]

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,30	420,14	7,98	97,17
2	0,75	1107,11	114,32	503,68
3	1,20	1862,21	457,71	1223,09
4	1,65	2685,43	1177,40	2255,39
5	2,10	3576,77	2411,64	3584,68
6	2,55	4536,24	4249,50	4986,80
7	3,00	5563,83	6691,41	6368,26

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,12	24,78	418,73
3	0,24	101,88	871,99
4	0,36	235,44	1359,78
5	0,48	429,60	1882,08
6	0,60	688,52	2438,92

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,36	-154,79	-845,07
3	0,72	-597,75	-1600,95
4	1,08	-1296,77	-2267,64
5	1,44	-2219,75	-2845,15
6	1,80	-3334,58	-3333,46

**Opere di sostegno**
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	56 di 110

COMBINAZIONE n° 4
Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=1,80 Y=-3,70
Punto superiore superficie di spinta	X=1,80 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	3,70 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=1,80 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,56 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 Y=0,00
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13962,86 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=0,90 Y=-1,50

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	23512,98 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	0,00 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	43327,60 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	23512,98 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,29 [m]
Risultante in fondazione	23512,98 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6882,23 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	7176540,52 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,10 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3288 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,1882 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 17.08$	$N'_c = 21.17$
$N_q = 7.96$	$N'_q = 8.89$
$N_\gamma = 4.19$	$N'_\gamma = 4.68$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	99.90
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	305.22
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	41.23



**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	57 di 110

Stabilità globale muro + terreno

**Combinazione n° 4**

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 [kg]  
 **$\alpha$**  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 [kg/cmq]  
**b** larghezza della striscia espressa in [m]  
**u** pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 2,91

Raggio del cerchio R[m]= 6,85

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,22

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6,21

Larghezza della striscia dx[m]= 0,42

Coefficiente di sicurezza C= 41.23

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	6143.61	60.89	5367.77	0.86	22.18	13.250	0.000
2	6510.58	54.72	5314.67	0.72	22.18	13.250	0.000
3	6724.09	49.03	5077.35	0.64	22.18	13.250	0.000
4	6830.60	43.95	4740.50	0.58	22.18	13.250	0.000
5	6857.55	39.27	4340.71	0.54	22.18	13.250	0.000
6	6821.01	34.89	3901.56	0.51	22.18	13.250	0.000
7	6731.34	30.73	3439.87	0.49	22.18	13.250	0.000
8	6595.63	26.75	2968.48	0.47	22.18	13.250	0.000
9	6418.93	22.90	2497.76	0.45	22.18	13.250	0.000
10	6204.96	19.16	2036.38	0.44	22.18	13.250	0.000
11	5473.61	15.50	1462.84	0.43	22.18	13.250	0.000
12	4554.70	11.91	939.75	0.43	22.18	13.250	0.000
13	4242.61	8.36	616.87	0.42	22.18	13.250	0.000
14	3900.48	4.85	329.49	0.42	22.18	13.250	0.000
15	3616.67	1.35	85.17	0.42	22.18	13.250	0.000
16	4071.01	-2.14	-152.15	0.42	22.18	13.250	0.000
17	1940.60	-5.64	-190.76	0.42	22.18	13.250	0.000
18	1472.48	-9.16	-234.45	0.42	22.18	13.250	0.000
19	1450.04	-12.72	-319.23	0.43	22.18	13.250	0.000
20	1326.88	-16.32	-372.96	0.43	22.18	13.250	0.000
21	1170.46	-20.00	-400.31	0.44	22.18	13.250	0.000
22	978.95	-23.76	-394.47	0.46	22.18	13.250	0.000
23	749.40	-27.64	-347.64	0.47	22.18	13.250	0.000
24	477.86	-31.66	-250.81	0.49	22.18	13.250	0.000
25	158.89	-35.86	-93.08	0.51	22.18	13.250	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	58 di 110

$$\Sigma W_i = 101422,94 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 40363,32 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 34727,80 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 1629294,07 \text{ [kg]}$$

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,30	311,21	3,99	63,05
2	0,75	820,08	83,52	394,04
3	1,20	1379,42	363,77	1008,75
4	1,65	1989,21	971,16	1904,69
5	2,10	2649,46	2008,91	2941,81
6	2,55	3360,18	3497,99	3977,17
7	3,00	4121,35	5436,38	5011,67

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,12	11,87	204,51
3	0,24	50,68	448,94
4	0,36	121,21	733,29
5	0,48	228,26	1057,55
6	0,60	376,62	1421,74

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,36	16,78	82,73
3	0,72	52,00	102,41
4	1,08	82,95	59,05
5	1,44	86,95	-47,35
6	1,80	41,30	-216,79

COMBINAZIONE n° 5

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=1,80 Y=-3,70
Punto superiore superficie di spinta	X=1,80 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	3,70 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=1,80 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,56 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=1,80 Y=-0,12
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	62,37 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13962,86 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=0,90 Y=-1,50
Inerzia del muro	651,80 [kg]
Inerzia verticale del muro	325,90 [kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	952,97 [kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	476,48 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1604,76 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	24315,36 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	2807,10 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	44806,15 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	24315,36 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1604,76 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,18 [m]
Risultante in fondazione	24368,25 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	3,78 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-4309,99 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	6465650,14 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,10 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,5153 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,0535 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 17.08$	$N'_c = 17.48$
$N_q = 7.96$	$N'_q = 7.73$
$N_\gamma = 4.19$	$N'_\gamma = 3.05$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	15.96
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.94
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	265.91
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	36.02

**Opere di sostegno**

**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	60 di 110

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 5

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 [kg]  
 $\alpha$  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 [kg/cmq]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 2,91

Raggio del cerchio R[m]= 6,85

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,22

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6,21

Larghezza della striscia dx[m]= 0,42

Coefficiente di sicurezza C= 36.02

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	6143.61	60.89	5367.77	0.86	22.18	13.250	0.000
2	6510.58	54.72	5314.67	0.72	22.18	13.250	0.000
3	6724.09	49.03	5077.35	0.64	22.18	13.250	0.000
4	6830.60	43.95	4740.50	0.58	22.18	13.250	0.000
5	6857.55	39.27	4340.71	0.54	22.18	13.250	0.000
6	6821.01	34.89	3901.56	0.51	22.18	13.250	0.000
7	6731.34	30.73	3439.87	0.49	22.18	13.250	0.000
8	6595.63	26.75	2968.48	0.47	22.18	13.250	0.000
9	6418.93	22.90	2497.76	0.45	22.18	13.250	0.000
10	6204.96	19.16	2036.38	0.44	22.18	13.250	0.000
11	5473.61	15.50	1462.84	0.43	22.18	13.250	0.000
12	4554.70	11.91	939.75	0.43	22.18	13.250	0.000
13	4242.61	8.36	616.87	0.42	22.18	13.250	0.000
14	3900.48	4.85	329.49	0.42	22.18	13.250	0.000
15	3616.67	1.35	85.17	0.42	22.18	13.250	0.000
16	4071.01	-2.14	-152.15	0.42	22.18	13.250	0.000
17	1940.60	-5.64	-190.76	0.42	22.18	13.250	0.000
18	1472.48	-9.16	-234.45	0.42	22.18	13.250	0.000
19	1450.04	-12.72	-319.23	0.43	22.18	13.250	0.000
20	1326.88	-16.32	-372.96	0.43	22.18	13.250	0.000
21	1170.46	-20.00	-400.31	0.44	22.18	13.250	0.000
22	978.95	-23.76	-394.47	0.46	22.18	13.250	0.000
23	749.40	-27.64	-347.64	0.47	22.18	13.250	0.000
24	477.86	-31.66	-250.81	0.49	22.18	13.250	0.000
25	158.89	-35.86	-93.08	0.51	22.18	13.250	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	61 di 110

$\Sigma W_i = 101422,94$  [kg]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 40363,32$  [kg]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 34727,80$  [kg]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 1629294,07$  [kg]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,30	311,21	7,99	92,76
2	0,75	820,08	117,15	502,96
3	1,20	1379,42	472,02	1238,44
4	1,65	1989,21	1217,73	2296,39
5	2,10	2649,46	2473,05	3517,93
6	2,55	3360,18	4263,49	4740,91
7	3,00	4121,35	6588,44	5966,37

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 5

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,12	25,00	420,82
3	0,24	102,00	866,65
4	0,36	233,99	1337,47
5	0,48	423,99	1833,29
6	0,60	674,99	2354,11

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,36	-62,46	-335,10
3	0,72	-232,72	-598,97
4	1,08	-485,16	-791,59
5	1,44	-794,12	-912,99
6	1,80	-1133,97	-963,14

**COMBINAZIONE n° 6**
Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=1,80 Y=-3,70
Punto superiore superficie di spinta	X=1,80 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	3,70 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=1,80 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,56 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=1,80 Y=-0,12
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	62,44 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	13962,86 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=0,90 Y=-1,50
Inerzia del muro	651,80 [kg]
Inerzia verticale del muro	-325,90 [kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	952,97 [kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-476,48 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1604,76 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	22710,60 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	4285,66 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	43327,60 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	22710,60 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1604,76 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,17 [m]
Risultante in fondazione	22767,22 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,04 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3840,28 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	6463203,67 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,10 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,4928 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,9724 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 17.08$	$N'_c = 17.38$
$N_q = 7.96$	$N'_q = 7.68$
$N_\gamma = 4.19$	$N'_\gamma = 2.96$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	10.11
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.68
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	284.59
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	38.24

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 6

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 [kg]  
 $\alpha$  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 [kg/cmq]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 2,91

Raggio del cerchio R[m]= 6,85

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,22

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6,21

Larghezza della striscia dx[m]= 0,42

Coefficiente di sicurezza C= 38.24

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	6143.61	60.89	5367.77	0.86	22.18	13.250	0.000
2	6510.58	54.72	5314.67	0.72	22.18	13.250	0.000
3	6724.09	49.03	5077.35	0.64	22.18	13.250	0.000
4	6830.60	43.95	4740.50	0.58	22.18	13.250	0.000
5	6857.55	39.27	4340.71	0.54	22.18	13.250	0.000
6	6821.01	34.89	3901.56	0.51	22.18	13.250	0.000
7	6731.34	30.73	3439.87	0.49	22.18	13.250	0.000
8	6595.63	26.75	2968.48	0.47	22.18	13.250	0.000
9	6418.93	22.90	2497.76	0.45	22.18	13.250	0.000
10	6204.96	19.16	2036.38	0.44	22.18	13.250	0.000
11	5473.61	15.50	1462.84	0.43	22.18	13.250	0.000
12	4554.70	11.91	939.75	0.43	22.18	13.250	0.000
13	4242.61	8.36	616.87	0.42	22.18	13.250	0.000
14	3900.48	4.85	329.49	0.42	22.18	13.250	0.000
15	3616.67	1.35	85.17	0.42	22.18	13.250	0.000
16	4071.01	-2.14	-152.15	0.42	22.18	13.250	0.000
17	1940.60	-5.64	-190.76	0.42	22.18	13.250	0.000
18	1472.48	-9.16	-234.45	0.42	22.18	13.250	0.000
19	1450.04	-12.72	-319.23	0.43	22.18	13.250	0.000
20	1326.88	-16.32	-372.96	0.43	22.18	13.250	0.000
21	1170.46	-20.00	-400.31	0.44	22.18	13.250	0.000
22	978.95	-23.76	-394.47	0.46	22.18	13.250	0.000
23	749.40	-27.64	-347.64	0.47	22.18	13.250	0.000
24	477.86	-31.66	-250.81	0.49	22.18	13.250	0.000
25	158.89	-35.86	-93.08	0.51	22.18	13.250	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	64 di 110

$$\Sigma W_i = 101422,94 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 40363,32 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 34727,80 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 1629294,07 \text{ [kg]}$$

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 6

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,30	311,21	7,56	88,46
2	0,75	820,08	110,42	476,07
3	1,20	1379,42	444,48	1169,59
4	1,65	1989,21	1146,15	2166,39
5	2,10	2649,46	2327,07	3317,14
6	2,55	3360,18	4011,24	4469,46
7	3,00	4121,35	6198,13	5624,30

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 6

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,12	23,33	392,53
3	0,24	95,10	807,34
4	0,36	217,98	1244,43
5	0,48	394,65	1703,78
6	0,60	627,78	2185,42

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 6

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,36	-113,53	-614,77
3	0,72	-431,15	-1133,79
4	1,08	-918,37	-1557,05
5	1,44	-1540,73	-1884,55
6	1,80	-2263,76	-2116,30



### 8.3 Muro di sostegno H = 4.00m

Geometria muro e fondazione

Descrizione

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

Altezza del paramento	4,00 [m]
Spessore in sommità	0,40 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,80 [m]
Inclinazione paramento esterno	5,71 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,70 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	3,50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,70 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]

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	0,50	[m]

Descrizione terreni

*Simbologia adottata*

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_w$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Nr.	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_w$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
2	Terreno 2	2740	2740	27.00	27.00	21,200	0,000
3	Terreno 3	2740	2740	27.00	18.00	21,200	0,000

Stratigrafia

*Simbologia adottata*

N	Indice dello strato
Y0	Ordinata punto iniziale espresso in [m]
Y1	Ordinata punto finale espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]

**Opere di sostegno**

**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	66 di 110

*K<sub>w</sub>* Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
*K<sub>s</sub>* Coefficiente di spinta  
*Terreno* Terreno dello strato

Nr.	Y0	Y1	a	K <sub>w</sub>	K <sub>s</sub>	Terreno
1	-6,00	-6,00	0,00	279,22	0,00	Terreno 3
2	-13,00	-13,00	0,00	293,79	0,00	Terreno 2

Terreno di riempimento Terreno 1

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<sub>x</sub>* Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]

*F<sub>y</sub>* Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]

*M* Momento espresso in [kgm]

*X<sub>i</sub>* Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

*X<sub>f</sub>* Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

*Q<sub>i</sub>* Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kg/m]

*Q<sub>f</sub>* Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kg/m]

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

Condizione n° 1 (Peso terreno a tergo)

D Profilo  $X_i=0,00$   $X_f=10,50$   $Q_i=0,00$   $Q_f=24000,00$

Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

*C* Coefficiente di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 [caso B]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo C = 1.00

Combinazione n° 2 [caso B]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo C = 1.00

Sisma orizzontale + sisma verticale verso il basso

Combinazione n° 3 [caso B]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo C = 1.00

Sisma orizzontale + sisma verticale verso l'alto

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	67 di 110

Combinazione n° 4 [caso C]

Peso proprio  
 Spinta terreno  
 Peso terreno a tergo C = 1.00

Combinazione n° 5 [caso C]

Peso proprio  
 Spinta terreno  
 Peso terreno a tergo C = 1.00  
 Sisma orizzontale + sisma verticale verso il basso

Combinazione n° 6 [caso C]

Peso proprio  
 Spinta terreno  
 Peso terreno a tergo C = 1.00  
 Sisma orizzontale + sisma verticale verso l'alto

Impostazioni di analisi

Spinte e verifiche secondo:

ORDINANZA 20/03/2003 - EUROCODICI  
 Approccio progettuale 1(DA1)

Coefficienti parziali - caso B

Azioni permanenti	Azioni variabili	$\tan\phi'$	$c'$	$c_u$	$q_u$
1,35	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti parziali - caso C

Azioni permanenti	Azioni variabili	$\tan\phi'$	$c'$	$c_u$	$q_u$
1,00	1,30	1,25	1,60	1,40	1,40

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

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Fellenius
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

Sisma

Zona sismica	Zona 1 ( $a_g=35\%$ )
Accelerazione al suolo $a_g =$	9.10%
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di importanza ( $\gamma$ )	1.00

**Opere di sostegno**

**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	68 di 110

Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione spinta (r)	2.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g \cdot \gamma_l \cdot St \cdot S) / r = 6.82$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 \cdot k_h = 3.41$
Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento) 0,0

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

**COMBINAZIONE n° 1**
Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=2,00 Y=-4,70
Punto superiore superficie di spinta	X=2,00 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	4,70 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=2,00 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	66,57 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 Y=0,00
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	26691,43 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=1,00 Y=-2,00

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	38816,62 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	0,00 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	84581,89 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	38816,62 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,43 [m]
Risultante in fondazione	38816,62 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-16652,24 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	17274066,70 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,50 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,2934 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,9246 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 23.94$	$N'_c = 30.37$
$N_q = 13.20$	$N'_q = 14.92$
$N_\gamma = 9.46$	$N'_\gamma = 10.70$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	99.90
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	445.02
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	36.78

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	70 di 110

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 1

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 [kg]  
 $\alpha$  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 [kg/cmq]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 3,56

Raggio del cerchio R[m]= 8,50

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,75

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,73

Larghezza della striscia dx[m]= 0,50

Coefficiente di sicurezza C= 36.78

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	12351.95	61.37	10841.77	1.04	27.00	21.200	0.000
2	13091.31	55.28	10759.71	0.88	27.00	21.200	0.000
3	13530.64	49.72	10322.62	0.77	27.00	21.200	0.000
4	13762.16	44.75	9689.09	0.70	27.00	21.200	0.000
5	13839.27	40.18	8929.49	0.65	27.00	21.200	0.000
6	13793.33	35.91	8089.14	0.62	27.00	21.200	0.000
7	13644.59	31.85	7200.23	0.59	27.00	21.200	0.000
8	13407.00	27.97	6287.32	0.56	27.00	21.200	0.000
9	13090.50	24.22	5370.08	0.55	27.00	21.200	0.000
10	12702.43	20.58	4464.95	0.53	27.00	21.200	0.000
11	12248.26	17.02	3586.10	0.52	27.00	21.200	0.000
12	10331.45	13.54	2418.27	0.51	27.00	21.200	0.000
13	8475.40	10.10	1486.21	0.51	27.00	21.200	0.000
14	7843.52	6.70	914.90	0.50	27.00	21.200	0.000
15	7156.36	3.32	414.59	0.50	27.00	21.200	0.000
16	6449.35	-0.04	-5.00	0.50	27.00	21.200	0.000
17	4693.65	-3.41	-279.21	0.50	27.00	21.200	0.000
18	2107.02	-6.79	-249.04	0.50	27.00	21.200	0.000
19	2193.71	-10.19	-388.08	0.51	27.00	21.200	0.000
20	2206.08	-13.63	-519.80	0.51	27.00	21.200	0.000
21	1952.74	-17.12	-574.76	0.52	27.00	21.200	0.000
22	1637.29	-20.67	-578.05	0.53	27.00	21.200	0.000
23	1255.62	-24.32	-517.04	0.55	27.00	21.200	0.000
24	802.21	-28.07	-377.45	0.57	27.00	21.200	0.000
25	269.67	-31.95	-142.72	0.59	27.00	21.200	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	71 di 110

$$\Sigma W_i = 202835,50 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 87143,31 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 86082,84 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 3119059,57 \text{ [kg]}$$

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,40	566,91	9,31	111,84
2	1,00	1518,20	196,30	698,97
3	1,60	2590,60	856,08	1789,38
4	2,20	3784,10	2286,74	3378,84
5	2,80	5098,71	4728,56	5200,17
6	3,40	6534,42	8210,37	6983,77
7	4,00	8091,25	12707,16	8736,93

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,14	13,74	211,48
3	0,28	63,48	514,30
4	0,42	162,00	908,47
5	0,56	322,11	1393,99
6	0,70	556,58	1970,85

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	68,40	300,02
3	0,80	206,42	348,05
4	1,20	313,25	144,12
5	1,60	288,11	-311,80
6	2,00	30,21	-1019,69

**Opere di sostegno**

**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	72 di 110

COMBINAZIONE n° 2

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=2,00 Y=-4,70
Punto superiore superficie di spinta	X=2,00 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	4,70 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=2,00 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	66,57 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=2,00 Y=-0,16
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	66,32 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	26691,43 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=1,00 Y=-2,00
Inerzia del muro	1117,19 [kg]
Inerzia verticale del muro	558,59 [kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1821,69 [kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	910,85 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2938,88 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	40286,06 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	6485,89 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	87681,47 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	40286,06 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2938,88 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,27 [m]
Risultante in fondazione	40393,11 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,17 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-10694,40 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	15464527,45 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,50 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,6272 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,6748 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 23.94$	$N'_c = 24.21$
$N_q = 13.20$	$N'_q = 12.68$
$N_\gamma = 9.46$	$N'_\gamma = 7.14$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	13.52
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.45
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	383.87
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	32.41



**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	73 di 110

Stabilità globale muro + terreno

**Combinazione n° 2**

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 [kg]  
 $\alpha$  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 [kg/cmq]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 3,56

Raggio del cerchio R[m]= 8,50

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,75

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,73

Larghezza della striscia dx[m]= 0,50

Coefficiente di sicurezza C= 32.41

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	12351.95	61.37	10841.77	1.04	27.00	21.200	0.000
2	13091.31	55.28	10759.71	0.88	27.00	21.200	0.000
3	13530.64	49.72	10322.62	0.77	27.00	21.200	0.000
4	13762.16	44.75	9689.09	0.70	27.00	21.200	0.000
5	13839.27	40.18	8929.49	0.65	27.00	21.200	0.000
6	13793.33	35.91	8089.14	0.62	27.00	21.200	0.000
7	13644.59	31.85	7200.23	0.59	27.00	21.200	0.000
8	13407.00	27.97	6287.32	0.56	27.00	21.200	0.000
9	13090.50	24.22	5370.08	0.55	27.00	21.200	0.000
10	12702.43	20.58	4464.95	0.53	27.00	21.200	0.000
11	12248.26	17.02	3586.10	0.52	27.00	21.200	0.000
12	10331.45	13.54	2418.27	0.51	27.00	21.200	0.000
13	8475.40	10.10	1486.21	0.51	27.00	21.200	0.000
14	7843.52	6.70	914.90	0.50	27.00	21.200	0.000
15	7156.36	3.32	414.59	0.50	27.00	21.200	0.000
16	6449.35	-0.04	-5.00	0.50	27.00	21.200	0.000
17	4693.65	-3.41	-279.21	0.50	27.00	21.200	0.000
18	2107.02	-6.79	-249.04	0.50	27.00	21.200	0.000
19	2193.71	-10.19	-388.08	0.51	27.00	21.200	0.000
20	2206.08	-13.63	-519.80	0.51	27.00	21.200	0.000
21	1952.74	-17.12	-574.76	0.52	27.00	21.200	0.000
22	1637.29	-20.67	-578.05	0.53	27.00	21.200	0.000
23	1255.62	-24.32	-517.04	0.55	27.00	21.200	0.000
24	802.21	-28.07	-377.45	0.57	27.00	21.200	0.000
25	269.67	-31.95	-142.72	0.59	27.00	21.200	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	74 di 110

$\Sigma W_i = 202835,50$  [kg]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 87143,31$  [kg]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 86082,84$  [kg]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 3119059,57$  [kg]

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,40	566,91	18,98	165,90
2	1,00	1518,20	278,23	898,69
3	1,60	2590,60	1120,90	2212,20
4	2,20	3784,10	2891,53	4101,67
5	2,80	5098,71	5868,89	6263,13
6	3,40	6534,42	10091,24	8389,94
7	4,00	8091,25	15535,60	10490,39

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,14	45,69	662,44
3	0,28	188,22	1383,55
4	0,42	435,82	2163,33
5	0,56	796,69	3001,76
6	0,70	1279,05	3898,87

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	-113,67	-565,88
3	0,80	-450,73	-1116,95
4	1,20	-1005,26	-1653,20
5	1,60	-1771,32	-2174,64
6	2,00	-2742,99	-2681,26

**COMBINAZIONE n° 3**
Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=2,00 Y=-4,70
Punto superiore superficie di spinta	X=2,00 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	4,70 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=2,00 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	66,57 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=2,00 Y=-0,16
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	66,39 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	26691,43 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=1,00 Y=-2,00
Inerzia del muro	1117,19 [kg]
Inerzia verticale del muro	-558,59 [kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1821,69 [kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-910,85 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2938,88 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	37347,18 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	9585,47 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	84581,89 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	37347,18 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2938,88 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,26 [m]
Risultante in fondazione	37462,64 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,50 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-9638,31 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	15421153,52 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,50 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,5950 [kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,5391 [kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 23.94$	$N'_c = 24.03$
$N_q = 13.20$	$N'_q = 12.58$
$N_\gamma = 9.46$	$N'_\gamma = 6.94$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	8.82
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.13
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	412.91
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	34.42

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	76 di 110

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 3

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 [kg]
$\alpha$	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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 3,56

Raggio del cerchio R[m]= 8,50

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,75

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,73

Larghezza della striscia dx[m]= 0,50

Coefficiente di sicurezza C= 34.42

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	12351.95	61.37	10841.77	1.04	27.00	21.200	0.000
2	13091.31	55.28	10759.71	0.88	27.00	21.200	0.000
3	13530.64	49.72	10322.62	0.77	27.00	21.200	0.000
4	13762.16	44.75	9689.09	0.70	27.00	21.200	0.000
5	13839.27	40.18	8929.49	0.65	27.00	21.200	0.000
6	13793.33	35.91	8089.14	0.62	27.00	21.200	0.000
7	13644.59	31.85	7200.23	0.59	27.00	21.200	0.000
8	13407.00	27.97	6287.32	0.56	27.00	21.200	0.000
9	13090.50	24.22	5370.08	0.55	27.00	21.200	0.000
10	12702.43	20.58	4464.95	0.53	27.00	21.200	0.000
11	12248.26	17.02	3586.10	0.52	27.00	21.200	0.000
12	10331.45	13.54	2418.27	0.51	27.00	21.200	0.000
13	8475.40	10.10	1486.21	0.51	27.00	21.200	0.000
14	7843.52	6.70	914.90	0.50	27.00	21.200	0.000
15	7156.36	3.32	414.59	0.50	27.00	21.200	0.000
16	6449.35	-0.04	-5.00	0.50	27.00	21.200	0.000
17	4693.65	-3.41	-279.21	0.50	27.00	21.200	0.000
18	2107.02	-6.79	-249.04	0.50	27.00	21.200	0.000
19	2193.71	-10.19	-388.08	0.51	27.00	21.200	0.000
20	2206.08	-13.63	-519.80	0.51	27.00	21.200	0.000
21	1952.74	-17.12	-574.76	0.52	27.00	21.200	0.000
22	1637.29	-20.67	-578.05	0.53	27.00	21.200	0.000
23	1255.62	-24.32	-517.04	0.55	27.00	21.200	0.000
24	802.21	-28.07	-377.45	0.57	27.00	21.200	0.000
25	269.67	-31.95	-142.72	0.59	27.00	21.200	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	77 di 110

$$\Sigma W_i = 202835,50 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 87143,31 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 86082,84 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 3119059,57 \text{ [kg]}$$

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,40	566,91	17,96	158,27
2	1,00	1518,20	262,33	850,99
3	1,60	2590,60	1055,77	2090,08
4	2,20	3784,10	2722,23	3871,07
5	2,80	5098,71	5523,82	5908,23
6	3,40	6534,42	9496,61	7913,32
7	4,00	8091,25	14619,06	9894,12

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,14	42,39	614,41
3	0,28	174,50	1281,69
4	0,42	403,73	2001,84
5	0,56	737,49	2774,87
6	0,70	1183,16	3600,76

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	-219,07	-1085,01
3	0,80	-859,73	-2107,92
4	1,20	-1897,12	-3068,71
5	1,60	-3306,42	-3967,40
6	2,00	-5062,76	-4803,97

**Opere di sostegno**

**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	78 di 110

COMBINAZIONE n° 4

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=2,00 Y=-4,70
Punto superiore superficie di spinta	X=2,00 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	4,70 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=2,00 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,37 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 Y=0,00
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	19771,43 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=1,00 Y=-2,00

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	31896,62 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	0,00 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	67281,69 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	31896,62 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,36 [m]
Risultante in fondazione	31896,62 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-11462,14 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	7934522,78 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,50 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,3499 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,4727 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 17.08$	$N'_c = 21.14$
$N_q = 7.96$	$N'_q = 8.88$
$N_\gamma = 4.19$	$N'_\gamma = 4.68$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	99.90
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	248.76
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	31.01

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	79 di 110

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 4

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 [kg]  
 $\alpha$  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 [kg/cmq]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 3,56

Raggio del cerchio R[m]= 8,50

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,75

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,73

Larghezza della striscia dx[m]= 0,50

Coefficiente di sicurezza C= 31.01

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	9149.60	61.37	8030.94	1.04	22.18	13.250	0.000
2	9697.27	55.28	7970.15	0.88	22.18	13.250	0.000
3	10022.69	49.72	7646.39	0.77	22.18	13.250	0.000
4	10194.20	44.75	7177.10	0.70	22.18	13.250	0.000
5	10251.31	40.18	6614.44	0.65	22.18	13.250	0.000
6	10217.28	35.91	5991.95	0.62	22.18	13.250	0.000
7	10107.11	31.85	5333.51	0.59	22.18	13.250	0.000
8	9931.11	27.97	4657.28	0.56	22.18	13.250	0.000
9	9696.67	24.22	3977.84	0.55	22.18	13.250	0.000
10	9409.21	20.58	3307.37	0.53	22.18	13.250	0.000
11	9072.78	17.02	2656.37	0.52	22.18	13.250	0.000
12	7771.15	13.54	1818.98	0.51	22.18	13.250	0.000
13	6504.41	10.10	1140.58	0.51	22.18	13.250	0.000
14	6036.35	6.70	704.10	0.50	22.18	13.250	0.000
15	5527.34	3.32	320.22	0.50	22.18	13.250	0.000
16	5667.40	-0.04	-4.40	0.50	22.18	13.250	0.000
17	4588.34	-3.41	-272.94	0.50	22.18	13.250	0.000
18	1793.69	-6.79	-212.01	0.50	22.18	13.250	0.000
19	1736.71	-10.19	-307.24	0.51	22.18	13.250	0.000
20	1634.14	-13.63	-385.04	0.51	22.18	13.250	0.000
21	1446.47	-17.12	-425.75	0.52	22.18	13.250	0.000
22	1212.81	-20.67	-428.19	0.53	22.18	13.250	0.000
23	930.09	-24.32	-382.99	0.55	22.18	13.250	0.000
24	594.23	-28.07	-279.59	0.57	22.18	13.250	0.000
25	199.75	-31.95	-105.72	0.59	22.18	13.250	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	80 di 110

$\Sigma W_i = 153392,09$  [kg]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 64543,36$  [kg]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 52287,70$  [kg]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 1949412,23$  [kg]

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,40	419,94	10,80	112,08
2	1,00	1124,59	206,33	700,52
3	1,60	1918,96	883,67	1793,33
4	2,20	2803,04	2327,63	3286,02
5	2,80	3776,82	4662,06	4822,57
6	3,40	4840,31	7885,71	6355,00
7	4,00	5993,52	11994,20	7884,32

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,14	18,61	276,33
3	0,28	80,31	615,54
4	0,42	193,89	1017,62
5	0,56	368,17	1482,58
6	0,70	611,95	2010,42

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	54,63	248,55
3	0,80	179,17	349,54
4	1,20	314,59	302,97
5	1,60	401,87	108,83
6	2,00	381,98	-232,87



**Opere di sostegno**

**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	81 di 110

COMBINAZIONE n° 5

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=2,00 Y=-4,70
Punto superiore superficie di spinta	X=2,00 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	4,70 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=2,00 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,37 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=2,00 Y=-0,16
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	62,19 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	19771,43 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=1,00 Y=-2,00
Inerzia del muro	827,54 [kg]
Inerzia verticale del muro	413,77 [kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1349,40 [kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	674,70 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2176,94 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	32985,09 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	4804,36 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	69577,68 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	32985,09 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2176,94 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,21 [m]
Risultante in fondazione	33056,85 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	3,78 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-7048,93 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	7156363,23 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,50 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,5972 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,2877 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 17.08$	$N'_c = 17.28$
$N_q = 7.96$	$N'_q = 7.68$
$N_\gamma = 4.19$	$N'_\gamma = 3.03$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	14.48
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.94
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	216.96
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	27.27

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	82 di 110

Stabilità globale muro + terreno

**Combinazione n° 5**

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 [kg]  
 **$\alpha$**  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 [kg/cmq]  
**b** larghezza della striscia espressa in [m]  
**u** pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 3,56

Raggio del cerchio R[m]= 8,50

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,75

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,73

Larghezza della striscia dx[m]= 0,50

Coefficiente di sicurezza C= 27.27

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	9149.60	61.37	8030.94	1.04	22.18	13.250	0.000
2	9697.27	55.28	7970.15	0.88	22.18	13.250	0.000
3	10022.69	49.72	7646.39	0.77	22.18	13.250	0.000
4	10194.20	44.75	7177.10	0.70	22.18	13.250	0.000
5	10251.31	40.18	6614.44	0.65	22.18	13.250	0.000
6	10217.28	35.91	5991.95	0.62	22.18	13.250	0.000
7	10107.11	31.85	5333.51	0.59	22.18	13.250	0.000
8	9931.11	27.97	4657.28	0.56	22.18	13.250	0.000
9	9696.67	24.22	3977.84	0.55	22.18	13.250	0.000
10	9409.21	20.58	3307.37	0.53	22.18	13.250	0.000
11	9072.78	17.02	2656.37	0.52	22.18	13.250	0.000
12	7771.15	13.54	1818.98	0.51	22.18	13.250	0.000
13	6504.41	10.10	1140.58	0.51	22.18	13.250	0.000
14	6036.35	6.70	704.10	0.50	22.18	13.250	0.000
15	5527.34	3.32	320.22	0.50	22.18	13.250	0.000
16	5667.40	-0.04	-4.40	0.50	22.18	13.250	0.000
17	4588.34	-3.41	-272.94	0.50	22.18	13.250	0.000
18	1793.69	-6.79	-212.01	0.50	22.18	13.250	0.000
19	1736.71	-10.19	-307.24	0.51	22.18	13.250	0.000
20	1634.14	-13.63	-385.04	0.51	22.18	13.250	0.000
21	1446.47	-17.12	-425.75	0.52	22.18	13.250	0.000
22	1212.81	-20.67	-428.19	0.53	22.18	13.250	0.000
23	930.09	-24.32	-382.99	0.55	22.18	13.250	0.000
24	594.23	-28.07	-279.59	0.57	22.18	13.250	0.000
25	199.75	-31.95	-105.72	0.59	22.18	13.250	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	83 di 110

$$\Sigma W_i = 153392,09 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 64543,36 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 52287,70 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 1949412,23 \text{ [kg]}$$

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,40	419,94	18,22	154,14
2	1,00	1124,59	271,21	861,02
3	1,60	1918,96	1096,97	2138,69
4	2,20	2803,04	2818,40	3870,15
5	2,80	3776,82	5578,14	5656,85
6	3,40	4840,31	9378,78	7445,06
7	4,00	5993,52	14219,42	9235,90

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 5

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,14	42,28	610,38
3	0,28	172,71	1259,43
4	0,42	396,72	1947,14
5	0,56	719,71	2673,52
6	0,70	1147,11	3438,57

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	-80,24	-392,85
3	0,80	-307,61	-735,65
4	1,20	-662,08	-1028,38
5	1,60	-1123,64	-1271,05
6	2,00	-1672,25	-1463,66

**COMBINAZIONE n° 6**
Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=2,00 Y=-4,70
Punto superiore superficie di spinta	X=2,00 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	4,70 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=2,00 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,37 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=2,00 Y=-0,16
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	62,25 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	19771,43 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=1,00 Y=-2,00
Inerzia del muro	827,54 [kg]
Inerzia verticale del muro	-413,77 [kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1349,40 [kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-674,70 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2176,94 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	30808,15 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	7100,35 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	67281,69 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	30808,15 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2176,94 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,20 [m]
Risultante in fondazione	30884,97 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,04 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6266,64 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	7158916,41 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,50 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,5733 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,1872 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 17.08$	$N'_c = 17.17$
$N_q = 7.96$	$N'_q = 7.63$
$N_\gamma = 4.19$	$N'_\gamma = 2.95$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	9.48
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.68
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	232.37
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	28.96

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	85 di 110

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 6

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 [kg]  
 $\alpha$  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 [kg/cmq]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 3,56

Raggio del cerchio R[m]= 8,50

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,75

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,73

Larghezza della striscia dx[m]= 0,50

Coefficiente di sicurezza C= 28.96

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	9149.60	61.37	8030.94	1.04	22.18	13.250	0.000
2	9697.27	55.28	7970.15	0.88	22.18	13.250	0.000
3	10022.69	49.72	7646.39	0.77	22.18	13.250	0.000
4	10194.20	44.75	7177.10	0.70	22.18	13.250	0.000
5	10251.31	40.18	6614.44	0.65	22.18	13.250	0.000
6	10217.28	35.91	5991.95	0.62	22.18	13.250	0.000
7	10107.11	31.85	5333.51	0.59	22.18	13.250	0.000
8	9931.11	27.97	4657.28	0.56	22.18	13.250	0.000
9	9696.67	24.22	3977.84	0.55	22.18	13.250	0.000
10	9409.21	20.58	3307.37	0.53	22.18	13.250	0.000
11	9072.78	17.02	2656.37	0.52	22.18	13.250	0.000
12	7771.15	13.54	1818.98	0.51	22.18	13.250	0.000
13	6504.41	10.10	1140.58	0.51	22.18	13.250	0.000
14	6036.35	6.70	704.10	0.50	22.18	13.250	0.000
15	5527.34	3.32	320.22	0.50	22.18	13.250	0.000
16	5667.40	-0.04	-4.40	0.50	22.18	13.250	0.000
17	4588.34	-3.41	-272.94	0.50	22.18	13.250	0.000
18	1793.69	-6.79	-212.01	0.50	22.18	13.250	0.000
19	1736.71	-10.19	-307.24	0.51	22.18	13.250	0.000
20	1634.14	-13.63	-385.04	0.51	22.18	13.250	0.000
21	1446.47	-17.12	-425.75	0.52	22.18	13.250	0.000
22	1212.81	-20.67	-428.19	0.53	22.18	13.250	0.000
23	930.09	-24.32	-382.99	0.55	22.18	13.250	0.000
24	594.23	-28.07	-279.59	0.57	22.18	13.250	0.000
25	199.75	-31.95	-105.72	0.59	22.18	13.250	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	86 di 110

$\Sigma W_i = 153392,09$  [kg]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 64543,36$  [kg]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 52287,70$  [kg]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 1949412,23$  [kg]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 6

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,40	419,94	17,21	146,50
2	1,00	1124,59	255,28	813,24
3	1,60	1918,96	1031,74	2016,37
4	2,20	2803,04	2649,85	3646,03
5	2,80	3776,82	5243,63	5327,93
6	3,40	4840,31	8815,57	7011,62
7	4,00	5993,52	13364,87	8698,16

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 6

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,14	39,83	574,80
3	0,28	162,55	1183,97
4	0,42	372,95	1827,52
5	0,56	675,86	2505,45
6	0,70	1076,08	3217,76

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 6

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,40	-158,32	-777,39
3	0,80	-610,57	-1469,69
4	1,20	-1322,72	-2076,90
5	1,60	-2260,75	-2599,02
6	2,00	-3390,59	-3036,04

#### 8.4 Muro di sostegno H = 5.00m

Geometria muro e fondazione

Descrizione

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

Altezza del paramento	5,00 [m]
Spessore in sommità	0,40 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,90 [m]
Inclinazione paramento esterno	5,71 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,90 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	3,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	4,80 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,90 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]

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	0,50	[m]

Descrizione terreni

*Simbologia adottata*

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_w$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
$c$	Coesione espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Nr.	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_w$	$\phi$	$\delta$	$c$	$c_a$
2	Terreno 2	2740	2740	27.00	27.00	21,200	0,000
3	Terreno 3	2740	2740	27.00	18.00	21,200	0,000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	88 di 110

Stratigrafia

*Simbologia adottata*

N	Indice dello strato
Y0	Ordinata punto iniziale espresso in [m]
Y1	Ordinata punto finale espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	Y0	Y1	a	Kw	Ks	Terreno
1	-6,00	-6,00	0,00	291,44	0,00	Terreno 3
2	-13,00	-13,00	0,00	293,79	0,00	Terreno 2

Terreno di riempimento

Terreno 1

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 <sub>x</sub>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
F <sub>y</sub>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
M	Momento espresso in [kgm]
X <sub>i</sub>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X <sub>f</sub>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q <sub>i</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [kg/m]
Q <sub>f</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>f</sub> espressa in [kg/m]
D / C	Tipo carico: D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Peso terreno a tergo)

D	Profilo	X <sub>i</sub> =0,00	X <sub>f</sub> =10,50	Q <sub>i</sub> =0,00	Q <sub>f</sub> =24000,00
---	---------	----------------------	-----------------------	----------------------	--------------------------

Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

C Coefficiente di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 [caso B]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo C = 1.00

Combinazione n° 2 [caso B]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo C = 1.00

Sisma orizzontale + sisma verticale verso il basso

Combinazione n° 3 [caso B]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo C = 1.00



Sisma orizzontale + sisma verticale verso l'alto

Combinazione n° 4 [caso C]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo  $C = 1.00$

Combinazione n° 5 [caso C]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo  $C = 1.00$

Sisma orizzontale + sisma verticale verso il basso

Combinazione n° 6 [caso C]

Peso proprio

Spinta terreno

Peso terreno a tergo  $C = 1.00$

Sisma orizzontale + sisma verticale verso l'alto

Impostazioni di analisi

Spinte e verifiche secondo:

ORDINANZA 20/03/2003 - EUROCODICI

Approccio progettuale 1(DA1)

Coefficienti parziali - caso B

<b>Azioni permanenti</b>	<b>Azioni variabili</b>	<b><math>\tan\phi'</math></b>	<b><math>c'</math></b>	<b><math>c_u</math></b>	<b><math>q_u</math></b>
1,35	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti parziali - caso C

<b>Azioni permanenti</b>	<b>Azioni variabili</b>	<b><math>\tan\phi'</math></b>	<b><math>c'</math></b>	<b><math>c_u</math></b>	<b><math>q_u</math></b>
1,00	1,30	1,25	1,60	1,40	1,40

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

Tipo di analisi

Calcolo della spinta

metodo di Culmann

Calcolo del carico limite

metodo di Meyerhof

Calcolo della stabilità globale

metodo di Fellenius

Calcolo della spinta in condizioni di

Spinta attiva

Sisma

Zona sismica

Zona 1 ( $a_g=35\%g$ )

Accelerazione al suolo  $a_g =$

9.10%

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.50

Coefficiente di importanza ( $\gamma_I$ )

1.00

Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_t$ )

1.00

Coefficiente riduzione spinta (r)

2.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g*\gamma_I*S_t*S)/r = 6.82$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 3.41$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)

0,0

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

**Opere di sostegno**

**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	91 di 110

COMBINAZIONE n° 1

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=3,00 Y=-5,90
Punto superiore superficie di spinta	X=3,00 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	5,90 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=3,00 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	66,26 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 Y=0,00
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	52360,71 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=1,50 Y=-2,50

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	71286,02 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	0,00 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	210567,32 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	71286,02 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,55 [m]
Risultante in fondazione	71286,02 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-39479,60 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	25041582,32 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,80 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,4570 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	2,5132 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 23.94$	$N'_c = 31.38$
$N_q = 13.20$	$N'_q = 15.19$
$N_\gamma = 9.46$	$N'_\gamma = 10.89$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	99.90
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	351.28
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	28.96

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	92 di 110

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 1

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 [kg]
$\alpha$	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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 4,60

Raggio del cerchio R[m]= 10,92

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,05

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9,91

Larghezza della striscia dx[m]= 0,64

Coefficiente di sicurezza C= 28.96

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	20275.24	61.25	17776.26	1.33	27.00	21.200	0.000
2	21477.33	55.21	17638.94	1.12	27.00	21.200	0.000
3	22193.44	49.68	16922.27	0.99	27.00	21.200	0.000
4	22571.13	44.73	15885.91	0.90	27.00	21.200	0.000
5	22696.94	40.18	14644.06	0.84	27.00	21.200	0.000
6	22621.85	35.92	13270.38	0.79	27.00	21.200	0.000
7	22378.85	31.87	11817.29	0.75	27.00	21.200	0.000
8	21990.62	28.00	10324.80	0.72	27.00	21.200	0.000
9	21473.43	24.27	8824.96	0.70	27.00	21.200	0.000
10	20839.23	20.64	7344.58	0.68	27.00	21.200	0.000
11	19339.78	17.09	5684.23	0.67	27.00	21.200	0.000
12	14943.77	13.61	3517.63	0.66	27.00	21.200	0.000
13	14003.78	10.19	2476.86	0.65	27.00	21.200	0.000
14	12971.02	6.80	1535.15	0.64	27.00	21.200	0.000
15	11847.96	3.43	708.92	0.64	27.00	21.200	0.000
16	10680.34	0.08	14.07	0.64	27.00	21.200	0.000
17	6816.79	-3.28	-389.91	0.64	27.00	21.200	0.000
18	3426.11	-6.64	-396.46	0.64	27.00	21.200	0.000
19	3658.56	-10.03	-637.45	0.65	27.00	21.200	0.000
20	3579.96	-13.46	-833.25	0.66	27.00	21.200	0.000
21	3169.88	-16.93	-923.31	0.67	27.00	21.200	0.000
22	2658.69	-20.48	-930.02	0.68	27.00	21.200	0.000
23	2039.78	-24.10	-832.91	0.70	27.00	21.200	0.000
24	1304.33	-27.83	-608.95	0.72	27.00	21.200	0.000
25	440.53	-31.70	-231.46	0.75	27.00	21.200	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	93 di 110

$$\Sigma W_i = 329399,34 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 142602,55 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 139581,39 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 3989519,61 \text{ [kg]}$$

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,50	717,05	20,31	174,74
2	1,25	1950,32	396,64	1092,15
3	2,00	3372,81	1705,90	2795,90
4	2,75	4984,53	4530,71	5286,00
5	3,50	6785,48	9449,32	8521,85
6	4,25	8775,66	16831,03	11931,64
7	5,00	10955,07	26668,17	15276,84

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,18	41,75	487,02
3	0,36	183,66	1112,84
4	0,54	450,70	1877,45
5	0,72	867,86	2780,85
6	0,90	1460,13	3823,04

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,60	100,87	264,35
3	1,20	230,97	97,43
4	1,80	131,53	-500,78
5	2,40	-456,22	-1530,26
6	3,00	-1791,04	-2991,03

**Opere di sostegno**

**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	94 di 110

COMBINAZIONE n° 2

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=3,00 Y=-5,90
Punto superiore superficie di spinta	X=3,00 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	5,90 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=3,00 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	66,26 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=3,00 Y=-0,20
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	66,01 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	52360,71 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=1,50 Y=-2,50
Inerzia del muro	1743,73 [kg]
Inerzia verticale del muro	871,87 [kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3573,62 [kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1786,81 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	5317,35 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	73944,69 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	14903,51 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	218204,11 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	73944,69 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	5317,35 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,35 [m]
Risultante in fondazione	74135,63 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,11 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-25832,01 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	21152999,85 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,80 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,8678 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	2,2132 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 23.94$	$N'_c = 23.88$
$N_q = 13.20$	$N'_q = 12.59$
$N_\gamma = 9.46$	$N'_\gamma = 7.12$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	14.64
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.52
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	286.07
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	25.54

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	95 di 110

Stabilità globale muro + terreno

**Combinazione n° 2**

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 [kg]
$\alpha$	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 [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 4,60

Raggio del cerchio R[m]= 10,92

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,05

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9,91

Larghezza della striscia dx[m]= 0,64

Coefficiente di sicurezza C= 25.54

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	20275.24	61.25	17776.26	1.33	27.00	21.200	0.000
2	21477.33	55.21	17638.94	1.12	27.00	21.200	0.000
3	22193.44	49.68	16922.27	0.99	27.00	21.200	0.000
4	22571.13	44.73	15885.91	0.90	27.00	21.200	0.000
5	22696.94	40.18	14644.06	0.84	27.00	21.200	0.000
6	22621.85	35.92	13270.38	0.79	27.00	21.200	0.000
7	22378.85	31.87	11817.29	0.75	27.00	21.200	0.000
8	21990.62	28.00	10324.80	0.72	27.00	21.200	0.000
9	21473.43	24.27	8824.96	0.70	27.00	21.200	0.000
10	20839.23	20.64	7344.58	0.68	27.00	21.200	0.000
11	19339.78	17.09	5684.23	0.67	27.00	21.200	0.000
12	14943.77	13.61	3517.63	0.66	27.00	21.200	0.000
13	14003.78	10.19	2476.86	0.65	27.00	21.200	0.000
14	12971.02	6.80	1535.15	0.64	27.00	21.200	0.000
15	11847.96	3.43	708.92	0.64	27.00	21.200	0.000
16	10680.34	0.08	14.07	0.64	27.00	21.200	0.000
17	6816.79	-3.28	-389.91	0.64	27.00	21.200	0.000
18	3426.11	-6.64	-396.46	0.64	27.00	21.200	0.000
19	3658.56	-10.03	-637.45	0.65	27.00	21.200	0.000
20	3579.96	-13.46	-833.25	0.66	27.00	21.200	0.000
21	3169.88	-16.93	-923.31	0.67	27.00	21.200	0.000
22	2658.69	-20.48	-930.02	0.68	27.00	21.200	0.000
23	2039.78	-24.10	-832.91	0.70	27.00	21.200	0.000
24	1304.33	-27.83	-608.95	0.72	27.00	21.200	0.000
25	440.53	-31.70	-231.46	0.75	27.00	21.200	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	96 di 110

$\Sigma W_i = 329399,34$  [kg]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 142602,55$  [kg]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 139581,39$  [kg]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 3989519,61$  [kg]

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,50	717,05	36,88	251,14
2	1,25	1950,32	547,60	1396,88
3	2,00	3372,81	2213,69	3465,45
4	2,75	4984,53	5720,12	6456,85
5	3,50	6785,48	11746,82	10324,10
6	4,25	8775,66	20731,92	14405,54
7	5,00	10955,07	32677,38	18425,16

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,18	106,86	1202,45
3	0,36	438,33	2495,72
4	0,54	1010,77	3879,81
5	0,72	1840,51	5354,70
6	0,90	2943,91	6920,41

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,60	-385,84	-1269,17
3	1,20	-1502,64	-2436,52
4	1,80	-3289,30	-3502,05
5	2,40	-5684,74	-4465,77
6	3,00	-8627,87	-5327,67



**Opere di sostegno**

**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	97 di 110

COMBINAZIONE n° 3

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=3,00 Y=-5,90
Punto superiore superficie di spinta	X=3,00 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	5,90 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=3,00 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	66,26 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=3,00 Y=-0,20
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	66,07 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	52360,71 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=1,50 Y=-2,50
Inerzia del muro	1743,73 [kg]
Inerzia verticale del muro	-871,87 [kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	3573,62 [kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1786,81 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	5317,35 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	68627,34 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	22540,29 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	210567,32 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	68627,34 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	5317,35 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,34 [m]
Risultante in fondazione	68833,03 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,43 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-23320,17 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	21090635,88 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,80 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,8224 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	2,0370 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 23.94$	$N'_c = 23.70$
$N_q = 13.20$	$N'_q = 12.50$
$N_\gamma = 9.46$	$N'_\gamma = 6.93$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	9.34
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.19
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	307.32
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	27.11

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	98 di 110

Stabilità globale muro + terreno

**Combinazione n° 3**

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 [kg]  
 **$\alpha$**  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 [kg/cmq]  
**b** larghezza della striscia espressa in [m]  
**u** pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 4,60

Raggio del cerchio R[m]= 10,92

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,05

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9,91

Larghezza della striscia dx[m]= 0,64

Coefficiente di sicurezza C= 27.11

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	20275.24	61.25	17776.26	1.33	27.00	21.200	0.000
2	21477.33	55.21	17638.94	1.12	27.00	21.200	0.000
3	22193.44	49.68	16922.27	0.99	27.00	21.200	0.000
4	22571.13	44.73	15885.91	0.90	27.00	21.200	0.000
5	22696.94	40.18	14644.06	0.84	27.00	21.200	0.000
6	22621.85	35.92	13270.38	0.79	27.00	21.200	0.000
7	22378.85	31.87	11817.29	0.75	27.00	21.200	0.000
8	21990.62	28.00	10324.80	0.72	27.00	21.200	0.000
9	21473.43	24.27	8824.96	0.70	27.00	21.200	0.000
10	20839.23	20.64	7344.58	0.68	27.00	21.200	0.000
11	19339.78	17.09	5684.23	0.67	27.00	21.200	0.000
12	14943.77	13.61	3517.63	0.66	27.00	21.200	0.000
13	14003.78	10.19	2476.86	0.65	27.00	21.200	0.000
14	12971.02	6.80	1535.15	0.64	27.00	21.200	0.000
15	11847.96	3.43	708.92	0.64	27.00	21.200	0.000
16	10680.34	0.08	14.07	0.64	27.00	21.200	0.000
17	6816.79	-3.28	-389.91	0.64	27.00	21.200	0.000
18	3426.11	-6.64	-396.46	0.64	27.00	21.200	0.000
19	3658.56	-10.03	-637.45	0.65	27.00	21.200	0.000
20	3579.96	-13.46	-833.25	0.66	27.00	21.200	0.000
21	3169.88	-16.93	-923.31	0.67	27.00	21.200	0.000
22	2658.69	-20.48	-930.02	0.68	27.00	21.200	0.000
23	2039.78	-24.10	-832.91	0.70	27.00	21.200	0.000
24	1304.33	-27.83	-608.95	0.72	27.00	21.200	0.000
25	440.53	-31.70	-231.46	0.75	27.00	21.200	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	99 di 110

$$\Sigma W_i = 329399,34 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 142602,55 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 139581,39 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 3989519,61 \text{ [kg]}$$

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,50	717,05	34,89	239,22
2	1,25	1950,32	516,54	1322,34
3	2,00	3372,81	2086,47	3274,62
4	2,75	4984,53	5389,40	6096,06
5	3,50	6785,48	11065,31	9742,47
6	4,25	8775,66	19526,63	13591,18
7	5,00	10955,07	30775,36	17382,48

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,18	99,24	1116,38
3	0,36	406,82	2314,75
4	0,54	937,47	3595,09
5	0,72	1705,97	4957,42
6	0,90	2727,06	6401,74

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,60	-693,17	-2277,24
3	1,20	-2692,70	-4354,55
4	1,80	-5878,65	-6231,93
5	2,40	-10131,03	-7909,37
6	3,00	-15329,90	-9386,88

**Opere di sostegno**

**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	100 di 110

COMBINAZIONE n° 4

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=3,00 Y=-5,90
Punto superiore superficie di spinta	X=3,00 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	5,90 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=3,00 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,12 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 Y=0,00
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	38785,71 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=1,50 Y=-2,50

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	57711,02 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	0,00 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	165769,33 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	57711,02 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,47 [m]
Risultante in fondazione	57711,02 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-27261,85 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	11354309,05 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,80 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,4924 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,9122 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 17.08$	$N'_c = 21.73$
$N_q = 7.96$	$N'_q = 9.02$
$N_\gamma = 4.19$	$N'_\gamma = 4.75$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	99.90
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	196.74
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	24.39

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	101 di 110

Stabilità globale muro + terreno

**Combinazione n° 4**

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 [kg]  
 $\alpha$  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 [kg/cmq]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

**Metodo di Fellenius**

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

**Cerchio critico**

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 4,60

Raggio del cerchio R[m]= 10,92

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,05

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9,91

Larghezza della striscia dx[m]= 0,64

Coefficiente di sicurezza C= 24.39

Le strisce sono numerate da monte verso valle

**Caratteristiche delle strisce**

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	15018.70	61.25	13167.60	1.33	22.18	13.250	0.000
2	15909.13	55.21	13065.88	1.12	22.18	13.250	0.000
3	16439.59	49.68	12535.01	0.99	22.18	13.250	0.000
4	16719.36	44.73	11767.34	0.90	22.18	13.250	0.000
5	16812.55	40.18	10847.45	0.84	22.18	13.250	0.000
6	16756.93	35.92	9829.91	0.79	22.18	13.250	0.000
7	16576.93	31.87	8753.55	0.75	22.18	13.250	0.000
8	16289.35	28.00	7648.00	0.72	22.18	13.250	0.000
9	15906.24	24.27	6537.01	0.70	22.18	13.250	0.000
10	15436.47	20.64	5440.43	0.68	22.18	13.250	0.000
11	14391.21	17.09	4229.77	0.67	22.18	13.250	0.000
12	11441.94	13.61	2693.33	0.66	22.18	13.250	0.000
13	10745.65	10.19	1900.59	0.65	22.18	13.250	0.000
14	9980.65	6.80	1181.23	0.64	22.18	13.250	0.000
15	9148.75	3.43	547.41	0.64	22.18	13.250	0.000
16	9271.91	0.08	12.22	0.64	22.18	13.250	0.000
17	6540.42	-3.28	-374.11	0.64	22.18	13.250	0.000
18	2910.34	-6.64	-336.77	0.64	22.18	13.250	0.000
19	2837.25	-10.03	-494.35	0.65	22.18	13.250	0.000
20	2651.83	-13.46	-617.23	0.66	22.18	13.250	0.000
21	2348.06	-16.93	-683.94	0.67	22.18	13.250	0.000
22	1969.40	-20.48	-688.90	0.68	22.18	13.250	0.000
23	1510.95	-24.10	-616.97	0.70	22.18	13.250	0.000
24	966.17	-27.83	-451.08	0.72	22.18	13.250	0.000
25	326.32	-31.70	-171.45	0.75	22.18	13.250	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	102 di 110

$\Sigma W_i = 248906,07$  [kg]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 105721,93$  [kg]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 84702,92$  [kg]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 2493449,76$  [kg]

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,50	531,15	22,66	175,13
2	1,25	1444,68	412,79	1094,56
3	2,00	2498,38	1750,99	2802,09
4	2,75	3692,25	4622,60	5290,82
5	3,50	5026,28	9505,37	8171,71
6	4,25	6500,49	16496,48	11047,71
7	5,00	8114,87	25586,51	13921,31

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,18	46,19	529,19
3	0,36	196,26	1154,21
4	0,54	467,46	1875,08
5	0,72	877,04	2691,79
6	0,90	1442,25	3604,34

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,60	68,54	188,12
3	1,20	177,34	134,21
4	1,80	181,18	-161,74
5	2,40	-65,16	-699,73
6	3,00	-706,90	-1479,75

**COMBINAZIONE n° 5**
Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=3,00 Y=-5,90
Punto superiore superficie di spinta	X=3,00 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	5,90 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=3,00 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,12 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=3,00 Y=-0,20
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	61,81 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	38785,71 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=1,50 Y=-2,50
Inerzia del muro	1291,65 [kg]
Inerzia verticale del muro	645,83 [kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2647,13 [kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1323,56 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3938,78 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	59680,41 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	11039,63 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	171426,21 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	59680,41 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3938,78 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,29 [m]
Risultante in fondazione	59810,24 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	3,78 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-17152,53 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	9746261,97 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,80 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,7967 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,6900 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 17.08$	$N'_c = 17.04$
$N_q = 7.96$	$N'_q = 7.63$
$N_\gamma = 4.19$	$N'_\gamma = 3.01$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	15.53
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.94
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	163.31
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	21.46

**Opere di sostegno**
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	104 di 110

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 5

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 [kg]

 $\alpha$  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 [kg/cm<sup>q</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm<sup>q</sup>]

## Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

## Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 4,60

Raggio del cerchio R[m]= 10,92

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,05

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9,91

Larghezza della striscia dx[m]= 0,64

Coefficiente di sicurezza C= 21.46

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	15018.70	61.25	13167.60	1.33	22.18	13.250	0.000
2	15909.13	55.21	13065.88	1.12	22.18	13.250	0.000
3	16439.59	49.68	12535.01	0.99	22.18	13.250	0.000
4	16719.36	44.73	11767.34	0.90	22.18	13.250	0.000
5	16812.55	40.18	10847.45	0.84	22.18	13.250	0.000
6	16756.93	35.92	9829.91	0.79	22.18	13.250	0.000
7	16576.93	31.87	8753.55	0.75	22.18	13.250	0.000
8	16289.35	28.00	7648.00	0.72	22.18	13.250	0.000
9	15906.24	24.27	6537.01	0.70	22.18	13.250	0.000
10	15436.47	20.64	5440.43	0.68	22.18	13.250	0.000
11	14391.21	17.09	4229.77	0.67	22.18	13.250	0.000
12	11441.94	13.61	2693.33	0.66	22.18	13.250	0.000
13	10745.65	10.19	1900.59	0.65	22.18	13.250	0.000
14	9980.65	6.80	1181.23	0.64	22.18	13.250	0.000
15	9148.75	3.43	547.41	0.64	22.18	13.250	0.000
16	9271.91	0.08	12.22	0.64	22.18	13.250	0.000
17	6540.42	-3.28	-374.11	0.64	22.18	13.250	0.000
18	2910.34	-6.64	-336.77	0.64	22.18	13.250	0.000
19	2837.25	-10.03	-494.35	0.65	22.18	13.250	0.000
20	2651.83	-13.46	-617.23	0.66	22.18	13.250	0.000
21	2348.06	-16.93	-683.94	0.67	22.18	13.250	0.000
22	1969.40	-20.48	-688.90	0.68	22.18	13.250	0.000
23	1510.95	-24.10	-616.97	0.70	22.18	13.250	0.000
24	966.17	-27.83	-451.08	0.72	22.18	13.250	0.000
25	326.32	-31.70	-171.45	0.75	22.18	13.250	0.000



**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	105 di 110

$$\Sigma W_i = 248906,07 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 105721,93 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 84702,92 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 2493449,76 \text{ [kg]}$$

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,50	531,15	35,46	234,91
2	1,25	1444,68	532,93	1340,24
3	2,00	2498,38	2161,18	3349,11
4	2,75	3692,25	5592,09	6253,73
5	3,50	5026,28	11375,49	9612,77
6	4,25	6500,49	19629,51	12975,83
7	5,00	8114,87	30351,36	16345,74

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 5

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,18	94,42	1059,14
3	0,36	384,91	2178,57
4	0,54	882,32	3358,31
5	0,72	1597,52	4598,35
6	0,90	2541,34	5898,69

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,60	-291,99	-947,82
3	1,20	-1106,82	-1742,79
4	1,80	-2352,77	-2384,91
5	2,40	-3938,14	-2874,18
6	3,00	-5771,22	-3210,60

**Opere di sostegno**

**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	106 di 110

COMBINAZIONE n° 6

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=3,00 Y=-5,90
Punto superiore superficie di spinta	X=3,00 Y=0,00
Altezza della superficie di spinta	5,90 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Valore della spinta statica	0,00 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	0,00 [kg]
Componente verticale della spinta statica	0,00 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=3,00 Y=0,00
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,12 [°]
Incremento sismico della spinta	0,00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=3,00 Y=-0,20
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	61,87 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	38785,71 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=1,50 Y=-2,50
Inerzia del muro	1291,65 [kg]
Inerzia verticale del muro	-645,83 [kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2647,13 [kg]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1323,56 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3938,78 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	55741,63 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	16696,51 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	165769,33 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	55741,63 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3938,78 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,27 [m]
Risultante in fondazione	55880,62 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,04 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-15291,91 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	9744262,59 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,80 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,7631 [kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,5595 [kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 17.08$	$N'_c = 16.93$
$N_q = 7.96$	$N'_q = 7.58$
$N_\gamma = 4.19$	$N'_\gamma = 2.92$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	9.93
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.68
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	174.81
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	22.78

Stabilità globale muro + terreno

**Opere di sostegno**
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	107 di 110

**Combinazione n° 6**

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 [kg]

 $\alpha$  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 [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

**Metodo di Fellenius**

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

**Cerchio critico**

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 4,60

Raggio del cerchio R[m]= 10,92

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,05

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9,91

Larghezza della striscia dx[m]= 0,64

Coefficiente di sicurezza C= 22.78

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	15018.70	61.25	13167.60	1.33	22.18	13.250	0.000
2	15909.13	55.21	13065.88	1.12	22.18	13.250	0.000
3	16439.59	49.68	12535.01	0.99	22.18	13.250	0.000
4	16719.36	44.73	11767.34	0.90	22.18	13.250	0.000
5	16812.55	40.18	10847.45	0.84	22.18	13.250	0.000
6	16756.93	35.92	9829.91	0.79	22.18	13.250	0.000
7	16576.93	31.87	8753.55	0.75	22.18	13.250	0.000
8	16289.35	28.00	7648.00	0.72	22.18	13.250	0.000
9	15906.24	24.27	6537.01	0.70	22.18	13.250	0.000
10	15436.47	20.64	5440.43	0.68	22.18	13.250	0.000
11	14391.21	17.09	4229.77	0.67	22.18	13.250	0.000
12	11441.94	13.61	2693.33	0.66	22.18	13.250	0.000
13	10745.65	10.19	1900.59	0.65	22.18	13.250	0.000
14	9980.65	6.80	1181.23	0.64	22.18	13.250	0.000
15	9148.75	3.43	547.41	0.64	22.18	13.250	0.000
16	9271.91	0.08	12.22	0.64	22.18	13.250	0.000
17	6540.42	-3.28	-374.11	0.64	22.18	13.250	0.000
18	2910.34	-6.64	-336.77	0.64	22.18	13.250	0.000
19	2837.25	-10.03	-494.35	0.65	22.18	13.250	0.000
20	2651.83	-13.46	-617.23	0.66	22.18	13.250	0.000
21	2348.06	-16.93	-683.94	0.67	22.18	13.250	0.000
22	1969.40	-20.48	-688.90	0.68	22.18	13.250	0.000
23	1510.95	-24.10	-616.97	0.70	22.18	13.250	0.000
24	966.17	-27.83	-451.08	0.72	22.18	13.250	0.000
25	326.32	-31.70	-171.45	0.75	22.18	13.250	0.000

**Opere di sostegno**  
**Relazione di calcolo muri in gabbioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	NVX000002	B	108 di 110

$\Sigma W_i = 248906,07$  [kg]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 105721,93$  [kg]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 84702,92$  [kg]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 2493449,76$  [kg]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 6

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 kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0,50	531,15	33,47	222,96
2	1,25	1444,68	501,80	1265,53
3	2,00	2498,38	2033,68	3157,86
4	2,75	3692,25	5260,66	5892,62
5	3,50	5026,28	10699,63	9055,03
6	4,25	6500,49	18461,70	12221,79
7	5,00	8114,87	28544,36	15395,57

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 6

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,18	88,78	995,38
3	0,36	361,56	2044,51
4	0,54	828,03	3147,41
5	0,72	1497,86	4304,07
6	0,90	2380,72	5514,48

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 6

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 kgm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,00	0,00
2	0,60	-519,64	-1694,54
3	1,20	-1988,35	-3163,56
4	1,80	-4270,80	-4407,04
5	2,40	-7231,69	-5424,99
6	3,00	-10735,69	-6217,42

## 9 VERIFICHE STRUTTURALI

Di seguito sono riportate le principali verifiche di resistenza strutturale: esse si riferiscono alle azioni flettenti e taglianti sull'elevazione del paramento e sulla ciabatta di fondazione.

I risultati si riferiscono ad una striscia di larghezza unitaria.

Nelle seguenti tabelle sono riportate le sollecitazioni massime, nelle sezioni di verifica rispettivamente del paramento e della fondazione, per ciascuna combinazione di carico e ciascuna sezione tipo di calcolo.

*Sollecitazioni massime sul paramento*

Sezione	SLU	
	M [kNm]	V [kN]
H = 2.00	19.66	27.15
H = 3.00	71.02	67.44
H = 4.00	155.36	104.90
H = 5.00	326.77	184.25

*Sollecitazioni massime sulla ciabatta di fondazione*

Sezione	SLU	
	M [kNm]	V [kN]
H = 2.00	6.47	12.15
H = 3.00	33.35	33.33
H = 4.00	50.63	48.04
H = 5.00	153.30	93.87

Di seguito sono riportate le verifiche a stato limite ultimo.

Il copriferro di calcolo è assunto pari a  $c = 5$  cm. L'armatura minima disposta in zona tesa deve essere non inferiore allo 0,15% dell'area della sezione di calcestruzzo.

#### Verifiche SLU paramento

Sezione	SLU						
	$M_{Sd}$ [kNm]	$V_{Sd}$ [kN]	H [cm]	$A_{s,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_s$ [cm <sup>2</sup> /m]	$M_{Rd}$ [kNm]	$V_{Sdu}$ [kN]
H = 2.00	19.66	27.15	60	9.00	10,05 ( $\phi 16/20$ )	213.4	208.4
H = 3.00	71.02	67.44	70	10.50	10,05 ( $\phi 16/20$ )	253.2	235.6
H = 4.00	155.36	104.90	80	12.00	12,72 ( $\phi 18/20$ )	364.8	261.8
H = 5.00	326.77	184.25	90	13.50	15,75 ( $\phi 20/20$ )	506.4	287.6

#### Verifiche SLU fondazione

Sezione	SLU						
	$M_{Sd}$ [kNm]	$V_{Sd}$ [kN]	H [cm]	$A_{s,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_s$ [cm <sup>2</sup> /m]	$M_{Rd}$ [kNm]	$V_{Sdu}$ [kN]
H = 2.00	6.47	12.15	60	9.00	10,05 ( $\phi 16/20$ )	213.4	208.4
H = 3.00	33.35	33.33	70	10.50	10,05 ( $\phi 16/20$ )	253.2	235.6
H = 4.00	50.63	48.04	70	10.50	10,05 ( $\phi 16/20$ )	253.2	235.6
H = 5.00	153.30	93.87	90	13.50	15,75 ( $\phi 20/20$ )	506.4	287.6

Il calcolo del momento resistente e delle tensioni in esercizio è effettuato con fogli di calcolo di comprovata validità.

Per elementi sprovvisti di armatura a taglio, va rispettata la condizione  $V_{Sd} \leq V_{Rd}$ ; se prevista armatura a taglio, devono essere soddisfatte le condizioni  $V_{Sd} \leq V_{Rsd}$  e  $V_{Sd} \leq V_{Rcd}$

Per il significato dei simboli si rimanda a quanto previsto al par. 4.1.2.1.3 delle NTC2018.