


## ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2




LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:  
SS. 318 DI “VALFABBRICA”. TRATTO PIANELLO – VALFABBRICA  
SS. 76 “VAL D’ESINO”. TRATTI FOSSATO VICO – CANCELLI E ALBACINA – SERRA SAN QUIRICO  
“PEDEMONTANA DELLE MARCHE”, TRATTO FABRIANO – MUCCIA – SFERCIA

### PROGETTO ESECUTIVO

<b>CONTRAENTE GENERALE:</b> 	<i>Il responsabile del Contraente Generale:</i>  Ing. Federico Montanari	<i>Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:</i>  Ing. Salvatore Lieto
--	--	---

*PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese*  
*Mandataria:*

			
--	--	---	--

<b>RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER I/ATI</b>  Ing. Antonio Grimaldi  GEOLOGO Dott. Geol. Fabrizio Pontoni  COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Ing. Michele Curiale			
--	---	--	---

<b>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b>  Ing. Giulio Petrizzelli		
--	--	--

<b>2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord  <b>OPERE D’ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni</b> Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.00 Relazione tecnica e di calcolo	SCALA:   DATA:  MAGGIO 2016
--	--

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050021 (Assegnato CIPE 23-12-2015)

	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.
Codice Elaborato:	L 0 7 0 3	2 1 2	E	1 7	M U O O O O	R E L	0 2	B

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto		Controllato	Approvato
A	NOVEMBRE 2016	EMISSIONE A SEGUITO NOTA ANAS CDG-0112269-P	PROGIN	M. PISCITELLI	S. LIETO	A. GRIMALDI
B	MAGGIO 2017	EMISSIONE A SEGUITO VALIDAZIONE RINA	PROGIN	M. PISCITELLI	S. LIETO	A. GRIMALDI

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 2 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
1.1 UNITÀ DI MISURA .....	4
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....</b>	<b>6</b>
<b>4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI.....</b>	<b>8</b>
4.1 RESISTENZE DI PROGETTO .....	8
4.1.1 Calcestruzzo paramento muri C25/30 .....	8
4.1.2 Calcestruzzo C32/40 .....	9
4.1.3 Acciaio di armatura B450C .....	9
4.1 COPRIFERRI.....	10
<b>5. INQUADRAMENTO GEOTECNICA.....</b>	<b>11</b>
5.1 CRITERI GENERALI DI CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DEI PALI ..	12
5.2 CURVE DI PORTANZA PALI D800 .....	18
<b>6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....</b>	<b>21</b>
<b>7. VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI .....</b>	<b>23</b>
7.1 VERIFICHE SLE .....	23
7.2 VERIFICHE SLU.....	25
<b>8. CRITERI DI ANALISI E VERIFICA DEI MURI DI SOSTEGNO .....</b>	<b>29</b>
8.1 STATI LIMITE E COMBINAZIONI DI CALCOLO AI SENSI DM 14.01.08 .....	29
8.2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE .....	30
8.2.1 Verifica allo scorrimento .....	30
8.2.2 Verifica a carico limite .....	32
8.2.3 Verifica al Ribaltamento .....	34
8.3 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE .....	36
8.3.1 Richiami teorici ed impostazione delle analisi .....	36
8.3.2 Il metodo di BISHOP .....	38
8.3.3 Prescrizioni del DM 14-01-08.....	38
8.3.4 Stabilità di opere di materiali sciolti e fronti di scavo .....	38
8.3.5 Verifiche in fase sismica .....	39
<b>9. ANALISI DEI CARICHI.....</b>	<b>41</b>
9.1 CARICHI FISSI .....	41
9.2 SPINTE DEL TERRENO .....	41
9.3 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI .....	42
9.4 AZIONI ECCEZIONALI (URTO VEICOLO IN SVIO) .....	44
9.5 AZIONI SISMICHE .....	45
9.5.1 Forze d'inerzia .....	47
9.5.2 Effetti sismici sulle spinte del terreno .....	47
9.5.3 Effetti dell'Azione sismica sulla falda .....	47
<b>10. COMBINAZIONI DI CALCOLO .....</b>	<b>48</b>
10.1 MURI DI SOSTEGNO SU PALI.....	48
10.2 MURI DI CONTRORIPA SU PALI .....	50
10.3 MURI DI SOSTEGNO FONDAZIONE DIRETTA CON DENTE .....	53

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000	REL	02	B	3 di 371

## 11. RISULTATI ANALISI E VERIFICHE..... 57

11.1	RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI DI SOSTEGNO TIPO 3.....	57
11.1.1	Modelli di calcolo.....	57
11.1.2	Sollecitazioni di calcolo.....	59
11.1.3	Armature di progetto .....	63
11.1.4	Verifiche capacità portante .....	63
11.1.5	Verifiche strutturali paramento e fondazione (SLU - SLE) .....	64
11.1.6	Verifiche strutturali pali di fondazione .....	69
11.2	RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI DI SOTTOSCARPA TIPO 1 .....	70
11.2.1	Modelli di calcolo.....	70
11.2.2	Risultati analisi di stabilità locale .....	71
11.2.3	Risultati analisi di stabilità globale .....	74
11.2.4	Armature di progetto .....	74
11.2.5	Verifiche strutturali (SLU - SLE) .....	75
11.2.6	Verifiche a taglio .....	79
11.2.7	Verifica strutturale del dente di fondazione .....	80
11.3	VERIFICA DEL CORDOLO PER AZIONI D'URTO .....	108

## 12. RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

### ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.

#### 12.1 RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI DI SOTTOSCARPA TIPO 1 .... **ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.**

12.1.1	Modelli di calcolo.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
12.1.2	Sollecitazioni di calcolo.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
12.1.3	Armature di progetto .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
12.1.4	Verifiche capacità portante .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
12.1.5	Verifiche strutturali paramento e fondazione (SLU - SLE).....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
12.1.6	Verifiche strutturali pali di fondazione .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
12.2	RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI DI SOTTOSCARPA TIPO 2 .....	82
12.2.1	Modelli di calcolo.....	82
12.2.2	Sollecitazioni di calcolo.....	84
12.2.3	Armature di progetto .....	87
12.2.4	Verifiche capacità portante .....	87
12.2.5	Verifiche strutturali paramento e fondazione (SLU - SLE) .....	88
12.2.6	Verifiche strutturali pali di fondazione .....	93
12.3	RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI DI SOTTOSCARPA TIPO 3 .....	95
12.3.1	Modelli di calcolo.....	95
12.3.2	Sollecitazioni di calcolo.....	97
12.3.3	Armature di progetto .....	101
12.3.4	Verifiche capacità portante .....	101
12.3.5	Verifiche strutturali paramento e fondazione (SLU - SLE) .....	102
12.3.6	Verifiche strutturali pali di fondazione .....	106

## ALLEGATO 1 ..... 112

### TABULATI DI CALCOLO MAX 10 – MURO SOSTEGNO TIPO 3..... 112

## ALLEGATO 4 ..... 234

### TABULATI DI CALCOLO MAX 10 – MURO SOTTOSCARPA TIPO 1..... 234

## ALLEGATO 2 ..... 283

### TABULATI DI CALCOLO MAX 10 – MURO SOTTOSCARPA TIPO 2..... 283

	<b>2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> <b>Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord</b> Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60 Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 4 di 371

**ALLEGATO 3 ..... 327**  
**TABULATI DI CALCOLO MAX 10 – MURO SOTTOSCARPA TIPO 3..... 327**

## 1. PREMESSA

Nell'ambito dei lavori di completamento della direttrice Perugia – Ancona “Pedemontana delle Marche”, Sub Lotto 2.2 Tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord e deviazione Muccese, è prevista la realizzazione di alcuni muri di sostegno e/o di sottoscarpa a margine del corpo stradale dell'asse principale e/o di viabilità locali interferite, di cui nel presente documento sono riportati i risultati del dimensionamento strutturale e geotecnico.

Nello specifico, dopo una breve descrizione delle opere cui si riferiscono i calcoli sviluppati, la relazione esporrà tutti i criteri generali alla base delle analisi e verifiche effettuate, ed a seguire, i risultati ottenuti per i vari casi di calcolo analizzati.

### 1.1 UNITÀ DI MISURA

Nel seguito si adatteranno le seguenti unità di misura:

- per le lunghezze ⇒ m, cm,
- per i carichi ⇒ kN, kN/m<sup>2</sup>, kN/m<sup>3</sup>
- per le azioni di calcolo ⇒ kN, kNm
- per le tensioni ⇒ MPa

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 5 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la redazione del progetto strutturale e geotecnico esposto nel presente documento, si è fatto riferimento alle seguenti normative e specifiche nazionali e comunitarie:

- **D.M. 14/01/2008.**  
Norme tecniche per le costruzioni.
- **Circolare del 02/02/2009.**  
Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 14/01/2008.
- **UNI EN 206-1-2001:** Calcestruzzo. "Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- **UNI 11104-2004:** Specificazione, prestazione, produzione e conformità: Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- **Linee Guida sul calcestruzzo strutturale** - Servizio Tecnico Centrale dei Lavori Pubblici – Dicembre 1996 (L.G.S.T.C.)

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 6 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

### 3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

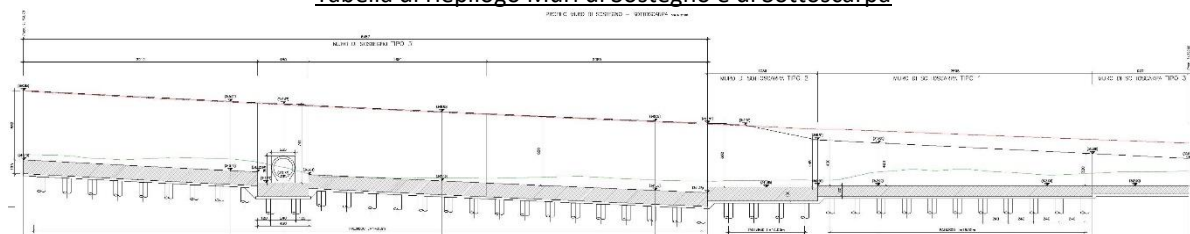
I calcoli esposti nel presente documento, si riferiscono, come già anticipato in premessa, ai muri di sostegno e di sottoscarpa prevista a margine del corpo stradale in corrispondenza della deviazione "Muccese", dove la normale sagomatura delle scarpate dei rilevati in progetto fino al piano campagna risultava incompatibile.

Si tratta in particolare di muri di sostegno e di sottoscarpa a mensola, con fondazione sia su Pali che diretta, in ragione della variabilità delle altezze di rilevato da sostenere nei vari tratti. Nella tabella seguente è riportata la localizzazione delle diverse tipologie di muro lungo il tracciato di progetto, ed a seguire le sezioni tipo caratteristiche delle diverse tipologie individuate:

Tratto	Lato	Pk. IN (Km)	Pk. FIN (Km)	Tipo Opera	Denominazione
Dev. Muccese	DX	1+190	1+270	MURI DI SOSTEGNO SU PALI	Sostegno TIPO 3
	DX	1+270	1+299	MURI DI SOTTOSCARPA SU PALI	Sottoscarpa TIPO 1
				MURI DI SOTTOSCARPA SU PALI	Sottoscarpa TIPO 2
				MURI DI SOTTOSCARPA	Sottoscarpa TIPO 3

Denominazione	Hmax [m]	Lfond [m]	Sfond. [m]	n° Pali (Allineati)	Lpali [m]
Sostegno TIPO 3	6,5	6,5	1,3	3	14
Sottoscarpa TIPO 1	3	3,6	0,8	N.D	N.D
Sottoscarpa TIPO 2	4,5	4,6	1	2	14
Sottoscarpa TIPO 3	6,0	6,5	1,3	3	14

Tabella di riepilogo Muri di Sostegno e di Sottoscarpa



Profilo muri



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 7 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

Per ulteriori dettagli ed approfondimenti sulla configurazione dei muri, si rimanda agli elaborati grafici specifici.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 8 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

## 4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Per la realizzazione delle opere di sostegno sono stati previsti i seguenti materiali.

Per i controlli si fa riferimento a quanto previsto dal DM 14/01/2008

**Tabella – Calcestruzzi: classi di resistenza, classi di esposizione e specifiche**

Elemento	Classe	Classe di Esposizione	a/c	Tipi di cementi	Quantitativo di cemento [kg/m <sup>3</sup> ]	Classi di consistenza
Calcestruzzo per magrone di fondazione	C12/15	-	-	CEM III-IV	-	-
Calcestruzzo per strutture in Elevazione	C25/30	XC2	0.5	CEM III-IV	300	S4
Calcestruzzo armato fondazione	C32/40	XA2	0.5	CEM III-IV	360	S4

Per le barre d'armatura del calcestruzzo si utilizza acciaio ad aderenza migliorata B450C.

### 4.1 RESISTENZE DI PROGETTO

#### 4.1.1 Calcestruzzo paramento muri C25/30

- $R_{ck} = 30$  MPa resistenza caratteristica cubica a 28 giorni
- $f_{ck} = 24.9$  MPa resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni
- $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.9$  MPa resistenza cilindrica valore medio
- $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.56$  MPa resistenza media a trazione semplice (assiale)
- $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.79$  MPa resistenza caratteristica a trazione
- $E_{cm} = 22000 [f_{cm}/10]^{0.3} = 31447$  MPa modulo elastico
- $\gamma = 25.0$  kN/m<sup>3</sup> peso per unità di volume

#### Resistenze di progetto allo SLU

- $f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14.1$  MPa;  $\gamma_c = 1.50$  resistenza di progetto a compressione
- $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.19$  MPa resistenza di progetto a trazione

#### Resistenze di progetto allo SLE

- $\sigma_{c,r} = 0.60 \cdot f_{ck} = 14.9$  MPa tensione limite in comb. caratteristica (rara)
- $\sigma_{c,f} = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.2$  MPa tensione limite in comb. quasi permanente
- $\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.13$  MPa tensione limite di fessurazione (trazione)



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 9 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	--------------------------

### 4.1.2 Calcestruzzo C32/40

- $R_{ck} = 40$  MPa resistenza caratteristica cubica a 28 giorni
- $f_{ck} = 32$  MPa resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni
- $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 40$  MPa resistenza cilindrica valore medio
- $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.02$  MPa resistenza media a trazione semplice (assiale)
- $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.12$  MPa resistenza caratteristica a trazione
- $E_{cm} = 22000 [f_{cm}/10]^{0.3} = 33346$  MPa modulo elastico
- $\gamma = 25.0$  kN/m<sup>3</sup> peso per unità di volume

#### Resistenze di progetto allo SLU

- $f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 18.1$  MPa;  $\gamma_c = 1.50$  resistenza di progetto a compressione
- $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.41$  MPa resistenza di progetto a trazione

#### Resistenze di progetto allo SLE

- $\sigma_{c,r} = 0.60 \cdot f_{ck} = 19.2$  MPa tensione limite in comb. caratteristica (rara)
- $\sigma_{c,f} = 0.45 \cdot f_{ck} = 14.4$  MPa tensione limite in comb. quasi permanente
- $\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.52$  MPa tensione limite di fessurazione (trazione)

### 4.1.3 Acciaio di armatura B450C

- $f_{yk} = 450$  MPa resistenza caratteristica di snervamento
- $f_{tk} = 540$  MPa resistenza caratteristica a rottura
- $E_s = 210000$  MPa modulo elastico

#### Resistenza di progetto allo SLU

- $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391$  MPa;  $\gamma_s = 1.15$  resistenza di progetto a compressione

#### Resistenza di progetto allo SLE

- $\sigma_{s,r} = 0.80 \cdot f_{yk} = 360$  MPa tensione limite in comb. rara

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 10 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### 4.1 COPRIFERRI

La scelta del copriferro minimo di progetto  $c_{min}$  inteso come lo spessore minimo del ricoprimento dello strato di calcestruzzo a protezione dei ferri d'armatura è stato determinato in base a quanto indicato nella Tab. C4.1. IV della Circolare Esplicativa NTC n.617/09, tenendo conto della classe di esposizione ambientale e della classe del Calcestruzzo prevista

Nello specifico, tenendo conto della classe di esposizione ambientale desunta dalle analisi specifiche condotte nei riguardi dell'attacco chimico, che hanno evidenziato una **Classe di Esposizione XA2** e pertanto **Condizioni Ambientali "Aggressive"** per le strutture di fondazione e per i pali. Mentre per il calcestruzzo in elevazione si ha una **Classe di Esposizione XC2** e pertanto **Condizioni Ambientali "Ordinarie"**.

In relazione a quanto riportato in tabella 4.1.III del DM 14.01.08, per le classi di calcestruzzo previste è prescritto un copriferro minimo  $c_{min} \geq 35mm$  per il solettone di fondazione e  $c_{min} \geq 25mm$ .

In definitiva ai fini progettuali si è assunto  **$c=40mm$**  così come riportato all'interno della tabella materiali opere minori (strutture a contatto con il terreno). Mentre per i pali si è assunto  **$c=70mm$** .

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tab 4.1.III – DM 14.01.08

Tabella C4.1.IV Copriferrini minimi in mm

$C_{min}$	$C_o$	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Tab C4.1.IV – Circolare n617/09

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 11 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

## 5. INQUADRAMENTO GEOTECNICA

Per la caratterizzazione geotecnica del terreno interagente con le fondazioni delle opere oggetto di dimensionamento nel presente documento, si è fatto riferimento a quanto dettagliatamente indicato nella Relazione Geotecnica e nel Profilo Geotecnico Generale di Progetto, da cui si evince che lungo i tratti di interesse, è possibile considerare mediamente la seguente stratigrafia:

Stratigrafia	Dev. Muccese	
Unità geotecnica	Profondità [m] da p.c.	
Ecla	0.0÷7.0	Depositi eluvio colluviali limoso argillosi
Salt	7.0÷10.0	Substrato alterato limoso argilloso
Ap/Pa	>10.0	Substrato arenaceo pelitico / Substrato pelitico arenaceo

Ai fini del calcolo si è assunta una falda coincidente col piano di posa delle fondazioni delle opere.

I parametri fisico-meccanici caratteristici delle due unità geotecniche citate, sono, in accordo a quanto riportato nella relazione geotecnica generale, quelli di seguito riportati:

### Unità Ecla - Depositi eluvio colluviali limoso argillosi

$\gamma = 18.5 \div 20.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 24 \div 27^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 5 \div 15 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi_r' = 19 \div 21^\circ$	angolo di resistenza al taglio residuo
$c_r' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata residua
$c_u = 50 \div 160 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 100 \div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

### Unità Salt – Substrato alterato argilloso limoso

$\gamma = 20.0 \div 20.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 27^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 20 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi_r' = 19^\circ$	angolo di resistenza al taglio residuo
$c_r' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata residua
$c_u = 75 \div 430 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 150 \div 600 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

### Unità Pa – Substrato pelitico arenaceo / Unità Ap – substrato arenaceo pelitico

$\gamma = 23.0 \div 23.5 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale

parametri di resistenza per tensioni  $\sigma_v' < 700 \text{ kPa}$ :

	<b>2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> <b>Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord</b> Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60 Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 12 di 371

$\varphi' = 31^\circ$  angolo di resistenza al taglio

$c' = 120$  kPa coesione drenata

$E'_{operativo} = 8+7 \cdot z$  MPa per  $z < 40$ m modulo di deformazione elastico operativo

## 5.1 CRITERI GENERALI DI CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI

Le verifiche di capacità portante dei pali vengono svolte secondo la metodologia degli stati limite ultimi. La verifica della capacità portante dei pali è soddisfatta se:

$$F_{cd} < R_{cd}$$

essendo

$$R_{cd} = R_k / \gamma_R$$

dove:

$F_{cd}$  = carico assiale di compressione di progetto;

$R_{cd}$  = capacità portante di progetto nei confronti dei carichi assiali;

$R_k$  = valore caratteristico della capacità portante limite del palo.

In particolare le verifiche di capacità portante dei pali **agli stati limite ultimi (SLU)** vengono condotte con riferimento **all'approccio 1**:

### verifiche geotecniche statiche (GEO): (A2+M1+R2)

Inoltre, in base a quanto riportato nel paragrafo 7.11.5.3 delle N.T.C. '08, le verifiche in condizioni sismiche, possono essere effettuate, sempre con riferimento all'Approccio 1 Approccio 1, utilizzando i coefficienti riduttivi delle resistenze  $R_3$  :

### verifiche geotecniche sismiche (SISMA): (1+M1+R3)

Il valore di progetto  $R_{cd}$  della resistenza si ottiene a partire dal valore caratteristico  $R_k$  applicando i coefficienti parziali  $\gamma_R$  della seguente tabella.

**Tabella 1 - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche**

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 13 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	$\gamma_b$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (*)	$\gamma_t$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

(\*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Inoltre se la resistenza caratteristica  $R_k$  del palo viene ricavata attraverso correlazioni empiriche che prevedono l'utilizzo di parametri geotecnici o risultati di prove in sito, il valore caratteristico della resistenza  $R_{c,k}$  (o  $R_{t,k}$ ) sarà dato dal minore dei valori ottenuti applicando alle resistenze calcolate  $R_{c,cal}$  (o  $R_{t,cal}$ ) i fattori di correzione ( $\xi$ ) riportati nella seguente tabella in funzione del numero di verticali d'indagine. Nel caso in esame, si è assunto un valore del fattore di correzione ( $\xi$ ) pari a 1.65.

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

**Tabella 2- Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali d'indagine**

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

**Tabella 3- Coefficienti parziali da applicare alle resistenze caratteristiche**

Resistenza	$\gamma_R$ (R2)	$\gamma_R$ (R3)	$\xi$ ( indagini)
Base	1.70	1.35	1.65
Laterale in compressione	1.45	1.15	1.65
Laterale in trazione	1.60	1.25	1.65

La portata totale limite del palo singolo  $Q_u$  sottoposto a carichi assiali di compressione è data dalla seguente equazione:

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 14 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

$$Q_u = Q_{ub} + Q_{us}$$

con:

$$Q_{ub} = \frac{\pi D^2}{4} q_{ub} \quad \text{portata ultima di base;}$$

$$Q_{us} = \pi D \sum_i (\tau_{usi} h_i) \quad \text{portata ultima laterale}$$

dove:

$D$  è il diametro del palo

$q_{ub}$  è la pressione ultima alla base del palo

$\tau_{sui}$  è la tensione tangenziale ultima attribuita allo strato  $i$ -esimo lungo il fusto del palo

$h_i$  è l'altezza dello strato  $i$ -esimo

I valori di  $q_{ub}$  e  $\tau_{usi}$  considerati sono di seguito riportati in funzione del tipo di terreno.

### **Sabbie e ghiaie**

#### Portata laterale limite

La tensione tangenziale ultima lungo il fusto del palo, in accordo con [Burland, 1973], [Reese & O'Neill, 1988], [Chen & Kulhawy, 1994] e [O'Neill & Hassan, 1994], può essere valutata con riferimento alla seguente espressione:

$$\tau_{usi} = \beta_i \sigma'_{v0i} \leq \tau_{usi,max}$$

dove:

$\beta_i$  è un coefficiente empirico per lo strato  $i$ -esimo

$\sigma'_{v0i}$  è la pressione verticale efficace media geostatica nello strato  $i$ -esimo calcolata a partire dal p.c.

$\tau_{usi,max}$  è la tensione tangenziale ultima massima attribuibile allo strato  $i$ -esimo

In accordo con [Reese & O'Neill, 1988] e [O'Neill & Hassan, 1994] (cfr. Jamiolkowski, 2000) al coefficiente empirico  $\beta$  possono essere assegnati i seguenti valori:

$$1.20 \geq \beta = 2.0 - 0.15 z^{0.75} \geq 0.25 \quad \text{per i depositi ghiaiosi}$$

$$1.20 \geq \beta = 1.5 - 0.42 z^{0.34} \geq 0.25 \quad \text{per i depositi sabbiosi}$$

dove  $z$  è la profondità a partire dal p.c..

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 15 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Nel caso di pali trivellati a fango, per lo strato  $i$ -esimo, il valore di  $\tau_{us,max}$  è ricavabile dalle seguenti espressioni [Reese & Wright, 1977]:

$$\tau_{us,max} [kPa] = 3.0 N_{spt} \quad \text{per } N_{spt} \leq 53$$

$$\tau_{us,max} [kPa] = 142 + 0.32 N_{spt} \quad \text{per } N_{spt} \geq 53$$

La portata laterale limite dovrà comunque essere superiore a quella fornita dalla seguente relazione [AGI, 1984]:

$$Q_{us} = \pi D \sum_i (k_i \sigma'_{v0i} \tan \varphi' h_i) \quad \text{portata ultima minima per attrito laterale;}$$

dove:

$k_i$  è un coefficiente empirico variabile con la profondità da 0.4 a 0.7, normalmente pari a 0.6

$\varphi'$  è l'angolo di resistenza al taglio operativo del terreno

Tale limite inferiore consente di limitare la sottostima, da parte del metodo  $\beta$ , della portata laterale degli strati profondi rispetto alle indicazioni [AGI, 1984].

### Portata di base limite

La pressione di base del palo, relativa a cedimenti pari al 10% del diametro del palo, in accordo con [Gwizdala, 1984], [Reese & O'Neill, 1988] e [Matsui, 1993], può essere valutata con riferimento alla seguente espressione:

$$q_{ub}(w/D=0.1) = N_q^* \sigma'_{v0} \leq N_{spt,m} \alpha_N \leq q_{ub,max}$$

dove:

$w$  è il cedimento del palo

$\alpha_N$  è un coefficiente empirico

$q_{ub,max}$  è la pressione ultima di base massima adottabile

$N_{spt,m}$  è il valore di  $N_{spt}$  medio su un tratto pari a  $1.5D$  al di sopra e al di sotto della base del palo

$N_q^*$  è il coefficiente di [Berezantzev, 1965] corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche

$\sigma'_{v0}$  è la tensione efficace alla base del palo calcolata a partire da p.c.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

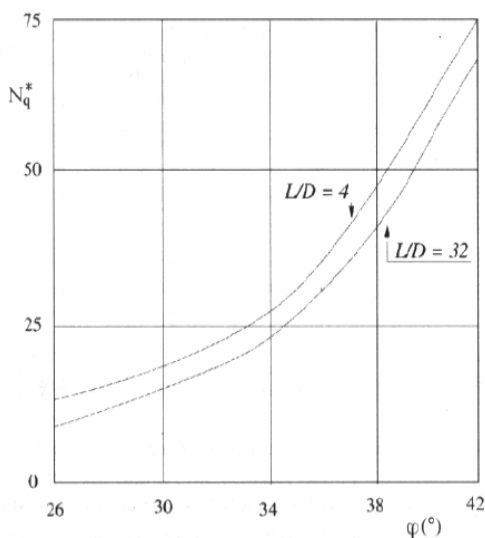
Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 16 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Litotipo	$\alpha_N$ [-]	$q_{ub,max}$ [kPa]
Ghiaie	150	7500
Sabbie	120	5800
Sabbie-limose	85	4300

**Tabella 4 – Valori di  $\alpha_N$  e di  $q_{ub,max}$  secondo [Gwizdala, 1984]**



**Figura 1 – Abaco per il calcolo del coefficiente di Berezantzev**

### Limi e argille

Portata laterale limite

$$\tau_{usi} = \beta_i \sigma'_{v0i} \leq 100 \div 120 \text{ kPa}$$

dove:

$\beta_i$  è un coefficiente empirico per lo strato i-esimo

$\sigma'_{v0i}$  è la pressione verticale efficace media geostatica nello strato i-esimo calcolata a partire dal p.c.

In accordo con [Burland, 1993] al coefficiente empirico  $\beta$  possono essere assegnati i valori calcolati come:

$$0.70 \geq \beta = 0.10 + 0.40 c_u / \sigma'_{v0} \geq 0.45$$

dove  $c_u$  è la coesione non drenata.

Alternativamente, la tensione tangenziale ultima lungo il fusto del palo, in accordo con [Reese & Wright, 1977], può essere valutata con riferimento alla seguente espressione:

$$\tau_{usi} = 0.25 \sigma'_{v0i} \leq \alpha_i c_{ui} \leq 0.55 \sigma'_{v0i} \leq 120 \text{ kPa}$$



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 17 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

dove:

$\sigma'_{v0i}$  è la tensione efficace nello strato i-esimo calcolata a partire da p.c.

$c_{ui}$  è la coesione non drenata nello strato i-esimo

$\alpha_i$  è un coefficiente empirico nello strato i-esimo funzione della  $c_{ui}$  per il quale si assume valida la seguente variazione:

$$\alpha = 1 \quad c_u \leq 25 \text{ kPa}$$

$$0.5 \leq \alpha \leq 1.01 \quad 25 \text{ kPa} \leq c_u \leq 100 \text{ kPa} \text{ variabile linearmente}$$

$$\alpha = 0.5 \quad c_u > 100 \text{ kPa}$$

### Portata di base limite

La pressione ultima di base è ricavabile dalla seguente espressione:

$$q_{ub} = 9 c_{ub} + \sigma_v$$

dove  $c_{ub}$  è la resistenza al taglio non drenata del terreno alla base del palo.

$\sigma_v$  : tensione verticale alla profondità in esame

### Terreni stratificati

Nel caso di terreni stratificati, costituiti da alternanze di strati di limi e argille sature e di sabbie e ghiaie, i criteri di valutazione delle portate laterali limite rimangono analoghi a quelli descritti in precedenza tuttavia la portata di base negli strati sabbioso-ghiaiosi andrà abbattuta rispetto a quella caratteristica dello strato supposto omogeneo in accordo allo schema riportato nella figura sottostante.

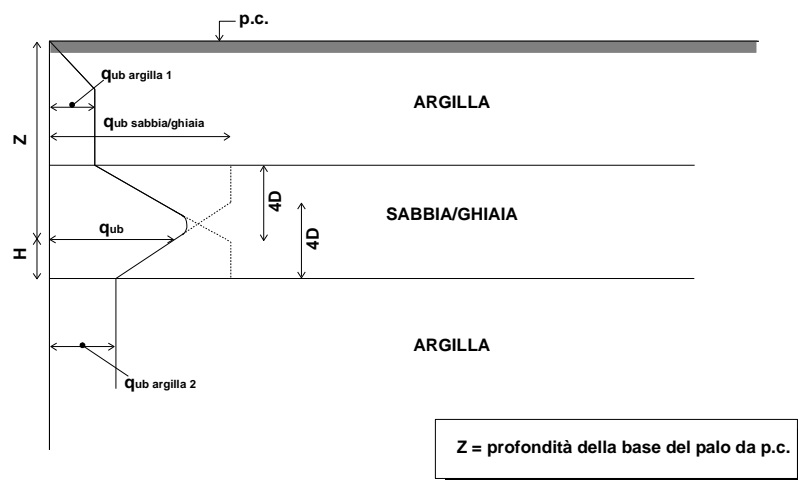


Figura 2 – Criterio di calcolo della pressione ultima di base in terreni stratificati [Meyerhof, 1976]

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 18 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### Coefficienti parziali

Il carico massimo di progetto sul singolo palo  $Q_d$  alla generica profondità di infissione dal p.c. sarà valutato, cautelativamente, con la seguente equazione:

$$Q_d = \frac{Q_{ub}}{\gamma_{Rb}} + \frac{Q_{us}}{\gamma_{Rs}} - W'_p$$

dove:

$\gamma_{Rb}$  è il coefficiente parziale nei confronti della portata ultima di base

$\gamma_{Rs}$  è il coefficiente parziale nei confronti della portata ultima per attrito laterale

$W'_p$  è il peso efficace del palo (al netto del terreno asportato)

Per il calcolo, si adotteranno i coefficienti parziali riportati al Paragrafo dedicato.

## 5.2 CURVE DI PORTANZA PALI D800

Di seguito si riportano i risultati dell'elaborazione delle curve di portanza dei Pali nei riguardi delle Azioni verticali con i criteri esposti al paragrafo precedente, effettuata con l'ausilio del software PAL di proprietà

Il significato dei termini riportati è il seguente:

- $L_p$  = Lunghezza utile del palo
- $Q_{ll}$  = Portata laterale limite
- $Q_{bl}$  = Portata di base limite
- $W_p$  = Peso efficace del palo
- $Q_u$  = Portata totale limite
- $Q_d$  = Portata di progetto =  $Q_{ll}/F_{s,l} + Q_{bl}/F_{s,b} - W_p$

### Curva di capacità portante a compressione - SLU

$L_p$ m	$Q_{ll}$ kN	$Q_{bl}$ kN	$W_p$ kN	$Q_u$ kN	$Q_d$ kN
.00	0.	829.	0.	829.	377.
.50	11.	970.	1.	980.	445.
1.00	26.	1110.	3.	1134.	516.
1.50	45.	1251.	4.	1292.	588.
2.00	87.	1392.	5.	1474.	673.
2.50	255.	1516.	6.	1764.	817.
3.00	443.	1639.	8.	2075.	971.
3.50	632.	1763.	9.	2386.	1125.
4.00	820.	1887.	10.	2697.	1279.
4.50	1009.	2011.	11.	3008.	1434.
5.00	1197.	2011.	13.	3195.	1532.
5.50	1386.	2011.	14.	3383.	1629.
6.00	1574.	2011.	15.	3570.	1727.
6.50	1763.	2011.	16.	3757.	1825.



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 19 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

7.00	1951.	2011.	18.	3944.	1923.			
7.50	2140.	2011.	19.	4132.	2021.			
8.00	2328.	2011.	20.	4319.	2119.			
8.50	2517.	2011.	21.	4506.	2217.			
9.00	2705.	2011.	23.	4693.	2315.			
9.50	2894.	2011.	24.	4881.	2413.			
10.00	3082.	2011.	25.	5068.	2511.			
10.50	3271.	2011.	26.	5255.	2609.			
11.00	3459.	2011.	28.	5442.	2707.			
11.50	3648.	2011.	29.	5629.	2805.			
12.00	3836.	2011.	30.	5817.	2903.			
12.50	4025.	2011.	31.	6004.	3001.			
13.00	4213.	2011.	33.	6191.	3099.			
13.50	4402.	2011.	34.	6378.	3197.			
14.00	4590.	2011.	35.	6566.	3295.			
14.50	4779.	2011.	36.	6753.	3393.			
15.00	4967.	2011.	38.	6940.	3491.			
15.50	5156.	2011.	39.	7127.	3589.			
16.00	5344.	2011.	40.	7315.	3686.			
16.50	5533.	2011.	41.	7502.	3784.			
17.00	5721.	2011.	43.	7689.	3882.			
17.50	5910.	2011.	44.	7876.	3980.			
18.00	6098.	2011.	45.	8064.	4078.			
18.50	6287.	2011.	46.	8251.	4176.			
19.00	6475.	2011.	48.	8438.	4274.			
19.50	6664.	2011.	49.	8625.	4372.			
20.00	6852.	2011.	50.	8813.	4470.			
20.50	7041.	2011.	52.	9000.	4568.			
21.00	7229.	2011.	53.	9187.	4666.			
21.50	7418.	2011.	54.	9374.	4764.			
22.00	7606.	2011.	55.	9561.	4862.			
22.50	7795.	2011.	57.	9749.	4960.			
23.00	7983.	2011.	58.	9936.	5058.			
23.50	8172.	2011.	59.	10123.	5156.			
24.00	8360.	2011.	60.	10310.	5254.			
24.50	8549.	2011.	62.	10498.	5352.			
25.00	8737.	2011.	63.	10685.	5450.			
25.50	8926.	2011.	64.	10872.	5548.			
26.00	9114.	2011.	65.	11059.	5645.			
26.50	9303.	2011.	67.	11247.	5743.			
27.00	9491.	2011.	68.	11434.	5841.			
27.50	9680.	2011.	69.	11621.	5939.			
28.00	9868.	2011.	70.	11808.	6037.			
28.50	10057.	2011.	72.	11996.	6135.			

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 20 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### Curva di capacità portante a trazione - SLU

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	11.	0.	-4.	15.	9.
1.00	26.	0.	-8.	34.	20.
1.50	45.	0.	-11.	56.	33.
2.00	87.	0.	-15.	102.	57.
2.50	255.	0.	-19.	274.	143.
3.00	443.	0.	-23.	466.	238.
3.50	632.	0.	-26.	658.	333.
4.00	820.	0.	-30.	850.	428.
4.50	1009.	0.	-34.	1043.	524.
5.00	1197.	0.	-38.	1235.	619.
5.50	1386.	0.	-41.	1427.	714.
6.00	1574.	0.	-45.	1620.	809.
6.50	1763.	0.	-49.	1812.	905.
7.00	1951.	0.	-53.	2004.	1000.
7.50	2140.	0.	-57.	2196.	1095.
8.00	2328.	0.	-60.	2389.	1191.
8.50	2517.	0.	-64.	2581.	1286.
9.00	2705.	0.	-68.	2773.	1381.
9.50	2894.	0.	-72.	2965.	1476.
10.00	3082.	0.	-75.	3158.	1572.
10.50	3271.	0.	-79.	3350.	1667.
11.00	3459.	0.	-83.	3542.	1762.
11.50	3651.	0.	-87.	3738.	1859.
12.00	3861.	0.	-90.	3952.	1965.
12.50	4075.	0.	-94.	4169.	2072.
13.00	4289.	0.	-98.	4387.	2180.
13.50	4502.	0.	-102.	4604.	2287.
14.00	4716.	0.	-106.	4821.	2395.
14.50	4930.	0.	-109.	5039.	2502.
15.00	5143.	0.	-113.	5256.	2610.
15.50	5357.	0.	-117.	5474.	2717.
16.00	5570.	0.	-121.	5691.	2825.
16.50	5784.	0.	-124.	5908.	2932.
17.00	5998.	0.	-128.	6126.	3040.
17.50	6211.	0.	-132.	6343.	3147.
18.00	6425.	0.	-136.	6561.	3255.
18.50	6639.	0.	-139.	6778.	3362.
19.00	6852.	0.	-143.	6995.	3470.
19.50	7066.	0.	-147.	7213.	3577.
20.00	7279.	0.	-151.	7430.	3685.
20.50	7493.	0.	-155.	7648.	3792.
21.00	7707.	0.	-158.	7865.	3899.
21.50	7920.	0.	-162.	8082.	4007.
22.00	8134.	0.	-166.	8300.	4114.
22.50	8348.	0.	-170.	8517.	4222.
23.00	8561.	0.	-173.	8735.	4329.
23.50	8775.	0.	-177.	8952.	4437.
24.00	8988.	0.	-181.	9169.	4544.
24.50	9202.	0.	-185.	9387.	4652.
25.00	9416.	0.	-188.	9604.	4759.
25.50	9629.	0.	-192.	9822.	4867.
26.00	9843.	0.	-196.	10039.	4974.
26.50	10057.	0.	-200.	10256.	5082.
27.00	10270.	0.	-204.	10474.	5189.
27.50	10484.	0.	-207.	10691.	5297.
28.00	10698.	0.	-211.	10909.	5404.
28.50	10911.	0.	-215.	11126.	5512.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 21 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

## 6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Le opere in progetto rientrano nell'ambito dei Lavori di Realizzazione dell'Infrastruttura "Pedemontana delle Marche" progettata per una vita nominale  $V_N$  pari a **50** anni, ed una classe d'uso III (Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.) ai sensi del D. Min. 14/01/2008, da cui scaturisce un coefficiente d'uso  **$C_U = 1.5$**

L'azione sismica di progetto è valutata a partire dalla pericolosità sismica di base del sito su cui l'opera insiste, descritta in termini geografici e temporali:

- attraverso i valori di accelerazione orizzontale di picco  $a_g$  (attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale) e le espressioni che definiscono le ordinate del relativo spettro di risposta elastico in accelerazione  $S_e(T)$ ;
- in corrispondenza del punto del reticolo che individua la posizione geografica dell'opera;
- con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR.

In particolare, la forma spettrale prevista dalla normativa è definita, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri:

- $a_g$ , accelerazione orizzontale massima del terreno
- $F_0$ , valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- $T_c^*$ , periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I suddetti parametri sono calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il punto caratterizzante la posizione dell'opera, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 22 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

In particolare, si può notare come  $F_0$  descriva la pericolosità sismica locale del sito su cui l'opera insiste. Infatti, da quest'ultimo, attraverso le espressioni fornite dalla normativa, sono valutati i valori d'amplificazione stratigrafica e topografica.

Di seguito sono riassunti i valori dei parametri assunti per l'opera in oggetto.

- Vita nominale  $V_N$  = 50 anni;
- Classe d'uso = III;
- Coefficiente d'uso  $C_u$  = 1.5;
- Periodo di riferimento  $V_R$  = 75 anni;
- $T_{R,SLV}$  = 712 anni;
- Comune = Fabriano;

A partire dai dati di cui in precedenza, si determinano i valori dei parametri di pericolosità sismica riferiti ai diversi stati limite di verifica previsti dalla Normativa nei riguardi delle azioni sismiche:

$V_R$ [anni]	Stato Limite	$PV_R$ -	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
75	SLO	81%	45	0.073	2.450	0.286
	SLD	63%	75	0.090	2.454	0.297
	<b>SLV</b>	<b>10%</b>	<b>712</b>	0.206	2.526	0.331
	SLC	5%	1462	0.262	2.555	0.339

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità di Progetto

Per il tipo di opera in esame, le verifiche vanno tuttavia effettuate rispetto allo SLV, considerando pertanto:

- $a_{g,SLV}$  = **0.206 g**;
- $F_{0,SLV}$  = **2.526**;
- $T_{c,SLV}^*$  = **0.331 sec.**

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 23 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

## 7. VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI

### 7.1 VERIFICHE SLE

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle Combinazioni di Calcolo allo SLE, il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure nel calcestruzzo attesa, secondo quanto di seguito specificato:

#### 7.1.1 Verifiche delle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, quelli di seguito indicati, in accordo alle prescrizioni della normativa vigente:

Per il caso in esame risulta in particolare :

#### CALCESTRUZZO C32/40

$$\sigma_{\text{cmax QP}} = (0,45 f_{\text{ck}}) = \mathbf{14.94} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{\text{cmax R}} = (0,60 f_{\text{ck}}) = \mathbf{19.92} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

#### CALCESTRUZZO C25/30

$$\sigma_{\text{cmax QP}} = (0,45 f_{\text{ck}}) = \mathbf{11.21} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{\text{cmax R}} = (0,60 f_{\text{ck}}) = \mathbf{14.94} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

#### ACCIAIO

$$\sigma_{\text{fmax}} = (0,80 f_{\text{yk}}) = \mathbf{360} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica (Rara)})$$

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 24 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### 7.1.2 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

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

Risultando in particolare: :

$$w_1 = 0.2 \text{ mm} \quad w_2 = 0.3 \text{ mm} \quad w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Nel caso in esame si ha:

- Per le strutture di fondazione:

Condizioni Ambientali : aggressive

Armature : Poco Sensibili

- Per le strutture in elevazione:

Condizioni Ambientali : Ordinarie

Armature : Poco Sensibili

Conseguentemente dovrà risultare:

Combinazione Quasi permanente :  $w \leq 0.3 \text{ mm}$

Combinazione Frequente :  $w \leq 0.4 \text{ mm}$



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

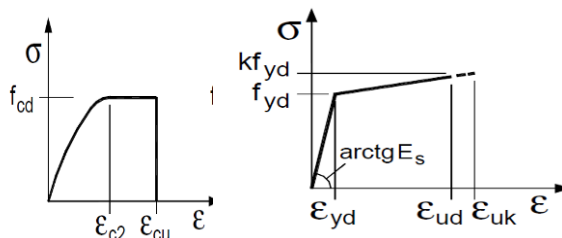
Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 25 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Riguardo infine il valore di calcolo dell'ampiezza delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura del D.M. 9 gennaio 1996, in accordo a quanto previsto al punto " C4.1.2.2.4.6 Verifica allo stato limite di fessurazione" della Circolare n.617/09.

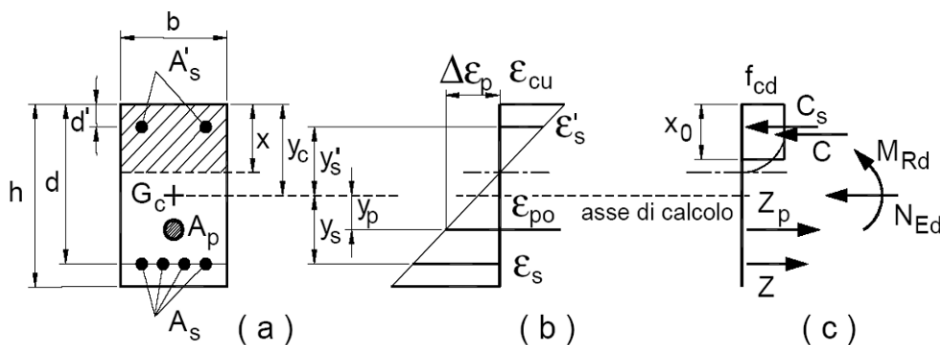
## 7.2 VERIFICHE SLU

### 7.2.1 Pressoflessione

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione, viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.1.2.4 delle NTC08, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:



Legami costitutivi Calcestruzzo ed Acciaio -



Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione generica sezione -

La verifica consisterà nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

$M_{Rd}$  è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a  $N_{Ed}$ ;

$N_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

$M_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.



**QUADRILATERO**  
Marche Umbria S.p.A.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 26 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 27 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### 7.2.2 Taglio

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  della membratura priva di armatura specifica risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w d$$

Dove:

- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ ;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$ ;
- $\rho_1 = A_{sw}/(b_w \cdot d)$
- $d$  = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;
- $b_w = 1000$  mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio  $V_{Rd}$  è il minimo tra la resistenza a taglio trazione  $V_{Rsd}$  e la resistenza a taglio compressione  $V_{Rcd}$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

Essendo:

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3 delle NTC08, considerando ai fini delle verifiche, un angolo  $\theta$  di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21.8^\circ$$

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

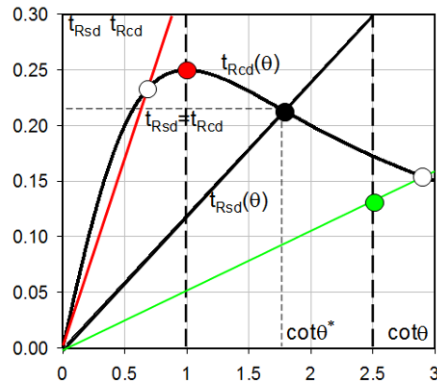
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 28 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle ( $\theta$ ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato :

$$\cot \theta^* = \sqrt{\frac{v \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$

(  $\theta^*$  angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

dove

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5$$

$f'_{cd}$  = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

$f_{cd}$  = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima

$\alpha_c$	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrature non compresse
		$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
		1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
		$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

$\omega_{sw}$  : Percentuale meccanica di armatura trasversale.

$$\omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{b s f_{cd}}$$

- Se la  $\cot \theta^*$  è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente  $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$
- Se la  $\cot \theta^*$  è maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente  $V_{Rd}(=V_{Rsd})$  coincide con il massimo taglio supportato dalle armature trasversali valutabile per una  $\cot \theta = 2,5$ .
- Se la  $\cot \theta^*$  è minore di 1,0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse e il taglio resistente  $V_{Rd}(=V_{Rcd})$  coincide con il massimo taglio supportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una  $\cot \theta = 1,0$ .

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 29 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

## 8. CRITERI DI ANALISI E VERIFICA DEI MURI DI SOSTEGNO

### 8.1 STATI LIMITE E COMBINAZIONI DI CALCOLO AI SENSI DM 14.01.08

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili, devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)*
  - stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
  - scorrimento sul piano di posa;
  - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
  - ribaltamento;
- *SLU di tipo strutturale (STR)*
  - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali,

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo l'Approccio 1 - **Combinazione 2: (A2+M2+R2)**

Le rimanenti verifiche devono essere invece effettuate secondo uno dei seguenti approcci:

Approccio 1:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

Approccio 2:

(A1+M1+R3)

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici, e della Tabelle 6.5.I e 6.8.I per ciò che concerne i coefficienti parziali sulle resistenze che di seguito si riportano per maggiore chiarezza.

**Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 30 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

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

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_r$	1,0	1,0

**Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno**

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

**Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.**

Coefficiente	R2
$\gamma_R$	1.1

Nel caso in esame si è fatto riferimento all'approccio di Verifica 1.

Le verifiche in condizioni sismiche vanno infine effettuati con gli stessi criteri di cui sopra, ponendo pari dell'unità i coefficienti parziali sulle Azioni ( $A1=1 / A2=1$ ), in accordo a quanto specificato al punto 7.11.1 del DM 14.01.08

## 8.2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE

Nei riguardi della stabilità Locale dei muri di sostegno, la normativa prevede di valutare le condizioni generali di equilibrio nei confronti dei meccanismi di scorrimento, ribaltamento e carico limite secondo quanto esposto ai paragrafi seguenti

### 8.2.1 Verifica allo 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  $\eta_s$  stabilito dalla Normativa Vigente, ovvero

$$F_r / F_s \geq \eta_s$$

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 31 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Le forze che intervengono nella **F<sub>s</sub>** 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 **δ<sub>f</sub>** l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con **c<sub>a</sub>** l'adesione terreno-fondazione e con **Br** la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro.

In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, **δ<sub>f</sub>**, diversi autori suggeriscono di assumere un valore di **δ<sub>f</sub>** pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

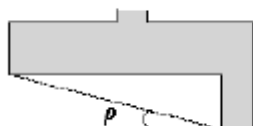
Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Per i casi del muro denominato tipo 1 (S), si è invece tenuto conto della presenza del dente previsto in fondazione nei riguardi della valutazione del meccanismo di scorrimento.

Nel caso di fondazione con dente, viene calcolata la resistenza passiva sviluppata lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, inclinato dell'angolo **ρ** (rispetto all'orizzontale). Tale cuneo viene individuato attraverso un procedimento iterativo volto a determinare il coefficiente di sicurezza a scorrimento minimo. In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale. Detta **N** la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione, **Q** l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo, **S<sub>p</sub>** la resistenza passiva, **L<sub>c</sub>** l'ampiezza del cuneo e indicando con **δ<sub>f</sub>** l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con **c<sub>a</sub>** l'adesione terreno-fondazione e con **B<sub>r</sub>** la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come:

$$F_r = (N - Q) \cdot \operatorname{tg}(\delta_f) + S_p + c_a \cdot L_r$$

con  $L_r = B_r - L_c$



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 32 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### 8.2.2 Verifica a 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:

$$Q_u / R \geq \eta_q$$

Essendo  $\eta_q \geq 1.0$  e comunque stabilito dalla normativa vigente.

Per la valutazione del valore unitario del carico limite,  $q_u$ , è possibile ricorrere alle espressioni di Hansen per il calcolo della capacità portante, che si differenziano a secondo se si è in presenza di un terreno puramente coesivo ( $\phi=0$ ) o meno e si esprimono nel modo seguente:

#### Caso generale

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

#### Caso di terreno puramente coesivo $\phi=0$

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

in cui:

$d_c, d_q, d_\gamma$ , sono i fattori di profondità;

$s_c, s_q, s_\gamma$ , sono i fattori di forma;

$i_c, i_q, i_\gamma$ , sono i fattori di inclinazione del carico;

$b_c, b_q, b_\gamma$ , sono i fattori di inclinazione del piano di posa;

$g_c, g_q, g_\gamma$ , sono i fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

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

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} K_p$$

$$N_c = (N_q - 1) \tan \phi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi$$

Risulta inoltre:

#### Fattori di forma

$$s_c = 0.2 B/L \quad \text{per } \phi=0$$

$$s_c = 1 + (N_q/N_c) (B/L) \quad \text{per } \phi>0$$

$$s_q = 1 + (B/L) \tan \phi$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 B/L$$



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 33 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### Fattori di profondità

Si definisce il parametro  $k$  come:

$$k = D/B \quad \text{se } D/B \leq 1$$

$$k = \arctg(D/B) \quad \text{se } D/B > 1$$

I vari coefficienti si esprimono come:

$$d_c = 0.4k \quad \text{per } \phi=0$$

$$d_c = 1 + 0.4k \quad \text{per } \phi>0$$

$$d_q = 1 + 2\text{tg}\phi(1 - \sin\phi)^2 k$$

$$d_\gamma = 1$$

### Fattori di inclinazione del carico

Indicando con  $V$  e  $H$  le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con  $A_f$  l'area efficace della fondazione ottenuta come  $A_f = B'xL'$  ( $B'$  e  $L'$  sono legate alle dimensioni effettive della fondazione  $B$ ,  $L$  e all'eccentricità del carico  $e_B$ ,  $e_L$  dalle relazioni  $B' = B - 2e_B$   $L' = L - 2e_L$ ) e con  $\eta$  l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ( $\eta=0$  per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

$$i_c = 0.5 [ 1 - \sqrt{1 - H / (A_f c_a)} ] \quad \text{per } \phi = 0$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1) \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_q = [ 1 - (0.5 H) / (V + A_f c_a \text{tg}\phi) ]^5$$

$$i_\gamma = [ 1 - (0.7 H) / (V + A_f c_a \text{tg}\phi) ]^5 \quad \text{per } \eta = 0$$

$$i_\gamma = [ 1 - [(0.7 - \eta^\circ / 450^\circ) H] / (V + A_f c_a \text{tg}\phi) ]^5 \quad \text{per } \eta > 0$$

ca : adesione alla base delle fondazione

### Fattori di inclinazione del piano di posa della fondazione

$$b_c = \eta^\circ / 147^\circ \quad \text{per } \phi=0$$

$$b_c = 1 - \eta^\circ / 147^\circ \quad \text{per } \phi>0$$

$$b_q = e^{-2\eta \text{tg}\phi}$$

$$b_\gamma = e^{-2.7\eta \text{tg}\phi}$$

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 34 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### Fattori di inclinazione del terreno

Indicando con  $\beta$  la pendenza del pendio i fattori  $g$  si ottengono dalle espressioni seguenti:

$$g_c = \beta^\circ / 147^\circ \quad \text{per } \phi = 0$$

$$g_c = 1 - \beta^\circ / 147^\circ \quad \text{per } \phi > 0$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - 0.05 \operatorname{tg} \beta)^5$$

Per poter applicare la formula di Hansen devono risultare verificate le seguenti condizioni:

$$H < V \operatorname{tg} \delta + A_r c_a$$

$$\beta \leq \phi$$

$$i_q, i_\gamma > 0$$

$$\beta + \eta \leq 90^\circ$$

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

### 8.2.3 Verifica al 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  $\eta_r$  stabilito dalla normativa vigente.

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$M_s / M_r \geq \eta_r$$

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.



**QUADRILATERO**  
Marche Umbria S.p.A.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 35 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 36 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

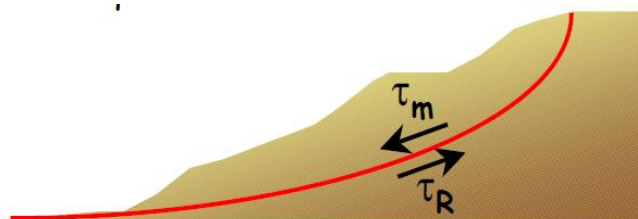
### 8.3 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE

Nel presente paragrafo sono illustrati i criteri generali seguiti per l'effettuazione delle Verifiche di Stabilità Globale del complesso opera di sostegno-terrapieno.

#### 8.3.1 Richiami teorici ed impostazione delle analisi

Per la analisi di stabilità globale presentate nel presente documento, si è fatto riferimento ai metodi dell'equilibrio limite, messi a punto da diversi autori tra cui, Fellenius, Bishop, Janbu, Morgestern-Price, ecc.

In generale, ciascuno metodo va alla ricerca del potenziali superfici di scivolamento, generalmente di forma circolare, in qualche caso anche di forma diversa, rispetto a cui effettuare un equilibrio alla rotazione (o roto-traslazione) della potenziale massa di terreno coinvolta nel possibile movimento e quindi alla determinazione di un coefficiente di sicurezza coefficiente di sicurezza disponibile, espresso in via generale tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie  $S$  e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie, ovvero:



$$FS = \frac{\int_S \tau_{rott}}{\int_S \tau_{mob}}$$

Si procede generalmente suddividendo la massa di terreno coinvolta nella verifica in una serie di conci di dimensione  $b$ , interessati da azioni taglienti e normali sulle superfici di delimitazione dello stesso come di seguito rappresentato.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

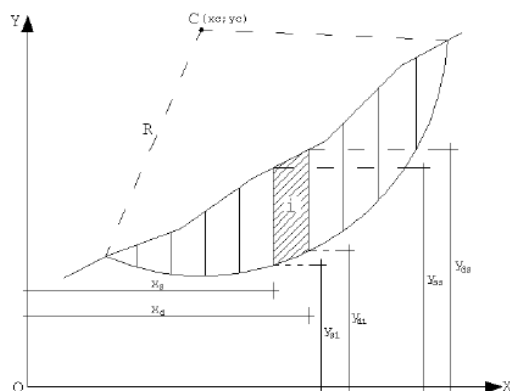
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

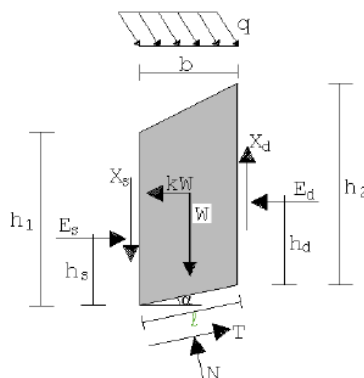
Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 37 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Il sistema di riferimento assunto è riportato in figura.



Per le valutazioni espone nel presente documento, si è fatto riferimento al metodo di Bishop, di cui al successivo paragrafo sono riportati alcuni richiami teorici.

La valutazione dei coefficienti di sicurezza, come evidenziato dai risultati delle analisi espone nel seguito, è stata effettuata in particolare rispetto a famiglie di superfici potenziali di rottura disegnate in maniera tale da non intersecare l'opera.

Si specifica infine che per il caso dei muri fondati su pali, tale verifica viene omessa in quanto non significativa.

	<b>2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> <b>Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord</b> Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60 Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 38 di 371

### 8.3.2 Il metodo di BISHOP

Il coefficiente di sicurezza nei riguardi della Stabilità Globale del complesso opera-terreno si esprime secondo il metodo di Bishop, mediante la relazione:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{b_i c_i + W_i \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i}$$

con

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

dove n è il numero delle strisce considerate, bi ed ai sono la larghezza e l'inclinazione della basedella striscia i-esima rispetto all'orizzontale, Wi è il peso della striscia i-esima e ci e φi sono lecaratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m cheè funzione di η.

Quindi essa va risolta per successive approssimazioni assumendo un valoreiniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare fino a quando il valore calcolato coincidecon il valore assunto.

### 8.3.3 Prescrizioni del DM 14-01-08

Il DM 14.01.08 affronta il tema della Stabilità Globale distinguendo il caso dei Pendii Naturali da quello delle opere in terra in materiali sciolti e fronti di scavo, fornendo prescrizioni differenti circa i criteri di verifica da adottare nei due casi.

Trattandosi nel caso in esame di valutare la Stabilità Globale di Opere a sostegno di scavi, , si è ritenuto di dover adottare, nelle verifiche nel seguito esposte, i criteri suggeriti dalla norma per il caso dei "Fronti di Scavo e rilevati"; nel seguito si riportano dunque, per maggiore chiarezza espositiva, le specifiche normative a riguardo, ed a seguire, i risultati delle verifiche effettuate con riferimento a diversi casi di calcolo di paratie di sostegno esaminati ai paragrafi precedenti.

### 8.3.4 Stabilità di opere di materiali sciolti e fronti di scavo

Il punto 6.8 delle NTC e relativa circolare applicativa, tratta l'argomento della verifica di Stabilità di Materiali Sciolti e fronti di scavo, nella fattispecie, al punto 6.8.2 "Verifiche di Sicurezza (SLU)" viene prescritto quanto di seguito:

Le verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 1-Combinazione 2 (A2+M2+R2)

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 39 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

**Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano completamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

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

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_r$	1,0	1,0

**Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.**

Coefficiente	R2
$\gamma_R$	1.1

Secondo la normativa quindi i parametri di resistenza del terreno devono essere abbattuti a mezzo dei coefficienti parziali M2, risultando pertanto

$$c'_d = c' / 1.25;$$

$$\phi'_d = \arctan (1 / 1.25 \cdot \tan \phi').$$

Il coefficiente di sicurezza  $F_s$  minimo da garantire in questo caso è pari ad 1.1 ( $\gamma_R$ ).

### 8.3.5 Verifiche in fase sismica

Per ciò che concerne le verifiche in condizioni sismiche, la normativa fornisce al punto 7.11.3.5 indicazioni circa le azioni aggiuntive da considerare nell'ambito delle verifiche di Stabilità di Pendii in occasione di eventi sismici; nella fattispecie, si specifica che L'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche può essere eseguita mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici, di riferimento per le analisi esposte nel seguito del documento, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso  $W$  del volume di terreno potenzialmente instabile. Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 40 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tali forze possono esprimersi come:

$$F_h = k_h \times W \quad (\text{azione sismica orizzontale})$$

$$F_v = k_v \times W \quad (\text{azione sismica verticale})$$

Per quanto riguarda invece il caso dei **Fronti di Scavo e Rilevati**, di riferimento per le analisi espresse nel presente documento, al punto 7.11.4 "Fronti di Scavo e Rilevati", si specifica che Il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo e dei rilevati può essere analizzato con gli stessi metodi impiegati per i pendii naturali. Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni impiegando i coefficienti parziali di cui al § 7.11.1.

Riguardo i valori dei coefficienti sismici  $K_h$  e  $K_v$ , si ritiene in questo caso di dover adottare i valori già definiti in precedenza nell'ambito del paragrafo 7.1.2 dedicato alla valutazione degli effetti sismici per il dimensionamento delle paratie, trattandosi in questo caso di una verifica di stabilità di un fronte di scavo sostenuto da un'opera di sostegno, che pertanto condizione la risposta sismica locale del volume di terreno immediatamente a monte della stessa.

### 7.11.1 REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

Sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, definita al Cap. 3, le opere e i sistemi geotecnici devono rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, con i requisiti di sicurezza indicati nel § 7.1.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6.

La circolare applicativa n617 specifica ulteriormente al C7.11.4 che, Le verifiche pseudostatiche di sicurezza dei fronti di scavo e dei rilevati si eseguono con la combinazione di coefficienti parziali di cui al § 6.8.2:  $(A_2 + M_2 + R_2)$ , utilizzando valori unitari per i coefficienti parziali  $A_2$  come specificato al § 7.11.1.

In definitiva, per il caso dei Fronti di Scavo e Rilevati, anche in fase sismica, il coefficiente di sicurezza minimo prescritto dalla Normativa è pari ad  $R_2 = 1.1$  ( $\gamma_R$ ).



Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 41 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

## 9. ANALISI DEI CARICHI

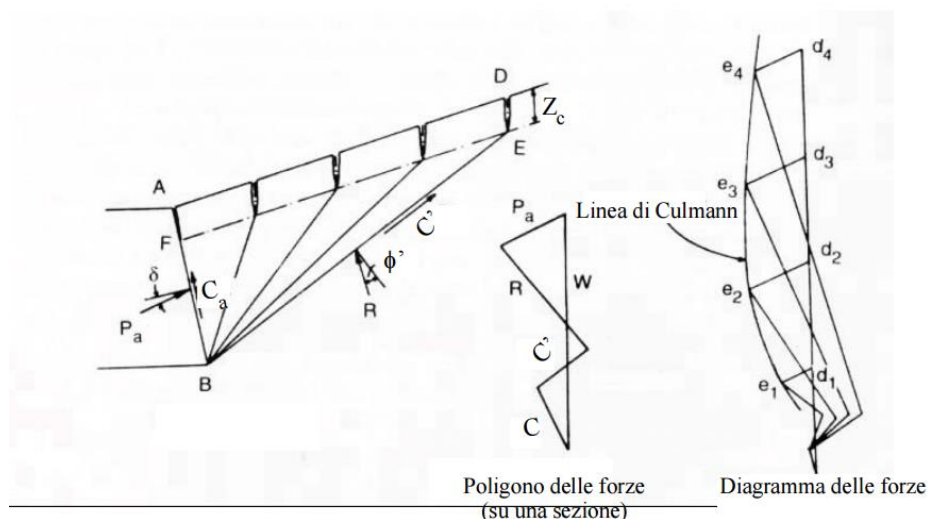
### 9.1 CARICHI FISSI

Per carichi fissi si intendono le azioni associate ai pesi propri del muro e del terrapieno spingente, valutati in automatico dal Software di calcolo utilizzato.

A tal riguardo, al calcestruzzo strutturale costituente il muro è stato assegnato un peso dell'unità di Volume  $\gamma=25$  KN/m<sup>3</sup>, mentre per il terreno si è assunto  $\gamma=20$  KN/m<sup>3</sup>

### 9.2 SPINTE DEL TERRENO

Per la valutazione delle spinte del terreno in fase statica, si è fatto riferimento al metodo di Culmann, che ben si adatta a superfici di pendio a monte dell'opera di forma generica.



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  $\theta$  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

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 42 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C') e resistenza per coesione lungo la parete (C<sub>A</sub>);

- dal poligono di equilibrio si ricava quindi il valore della spinta S sulla parete (Pa).

+

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 quindi derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z. Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Analogamente, nota la Spinta complessiva **S**, è possibile ricavare eventualmente in maniera indiretta, il valore del coefficiente di spinta K<sub>a</sub> della nota espressione di Coulomb:

$$S = 1/2 \times \gamma \times H^2 \times K_a$$

Si precisa infine che per la valutazione delle spinte al terreno di rilevato sono state assegnati i seguenti parametri fisico-meccanici:

$$\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$$

$$c' = 0$$

$$\varphi' = 35$$

$$\delta = 0.5\varphi' \text{ (attrito terra muro)}$$

### 9.3 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

Per la determinazione dei carichi accidentali da applicare sul terrapieno a monte delle opere di sostegno sulla zona destinata al traffico veicolare, si è fatto riferimento agli schemi di carico stabilità al punto 5.1.3.3.3 del DM 14/01/08 di cui nel seguito:

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 43 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

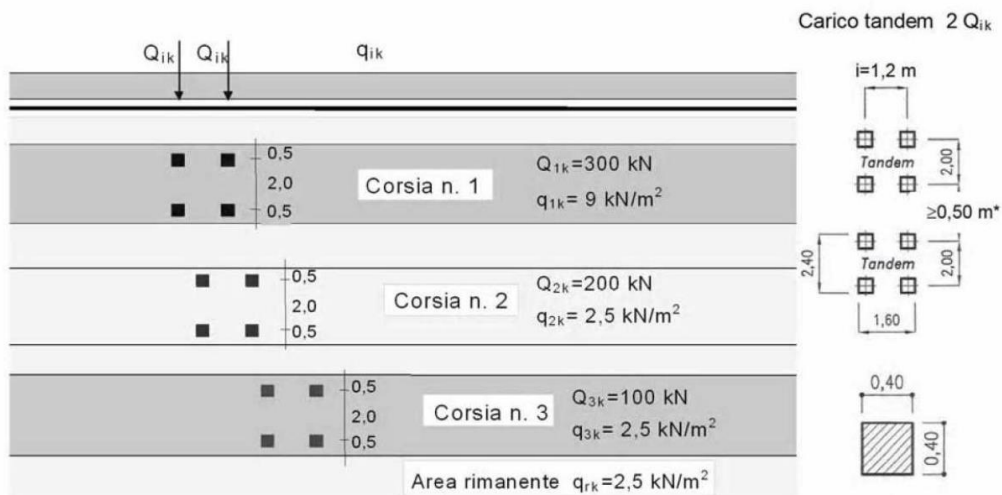


Figura 3 – Schema di carico 1

Lo schema di carico di Normativa, è in particolare costituito dalle seguenti colonne di carico:

- una colonna di carichi (ingombro = 3 m) costituita da un automezzo convenzionale Q1k di 600 kN dotato di 2 assi di 2 ruote ciascuno, distanti 1.20 m in senso longitudinale e con interasse ruote in senso trasversale di 2.00 m; un carico ripartito q1k di 9 kN/m<sup>2</sup> uniformemente distribuito;
- una seconda colonna di carichi (ingombro = 3 m), analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente a 400 kN di Q1k e 2.5 kN/m<sup>2</sup> di q1k e posta ad interasse di 3.00 m. da essa;
- una terza colonna di carichi (ingombro = 3 m), analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente a 200 kN di Q1k e 2.5 kN/m<sup>2</sup> di q1k e posta ad interasse di 3.00 m. da essa;
- un carico uniforme  $q_{rk} = 2.5 \text{ kN/m}^2$  nella zona di carreggiata non impegnata dai carichi precedenti.

Ai fini delle analisi, si è assunto di trasformare i carichi concentrati Qik, in un carichi distribuiti equivalenti,

tenendo conto tuttavia dell'effetto collaborazione dei muri in direzione longitudinale, in relazione a cui si è ipotizzato che detti carichi vadano ad interessare uno sviluppo complessivo longitudinale di muro di circa 5m, corrispondente , nel caso fondazioni su pali, alla lunghezza di un tratto tipo comprendente la singola fila di pali e le due adiacenti.

In questa ipotesi risulta dunque:

$$Q1k d = 600 / 2.40 \times 5.00 = 50 \text{ KN/m}^2$$

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

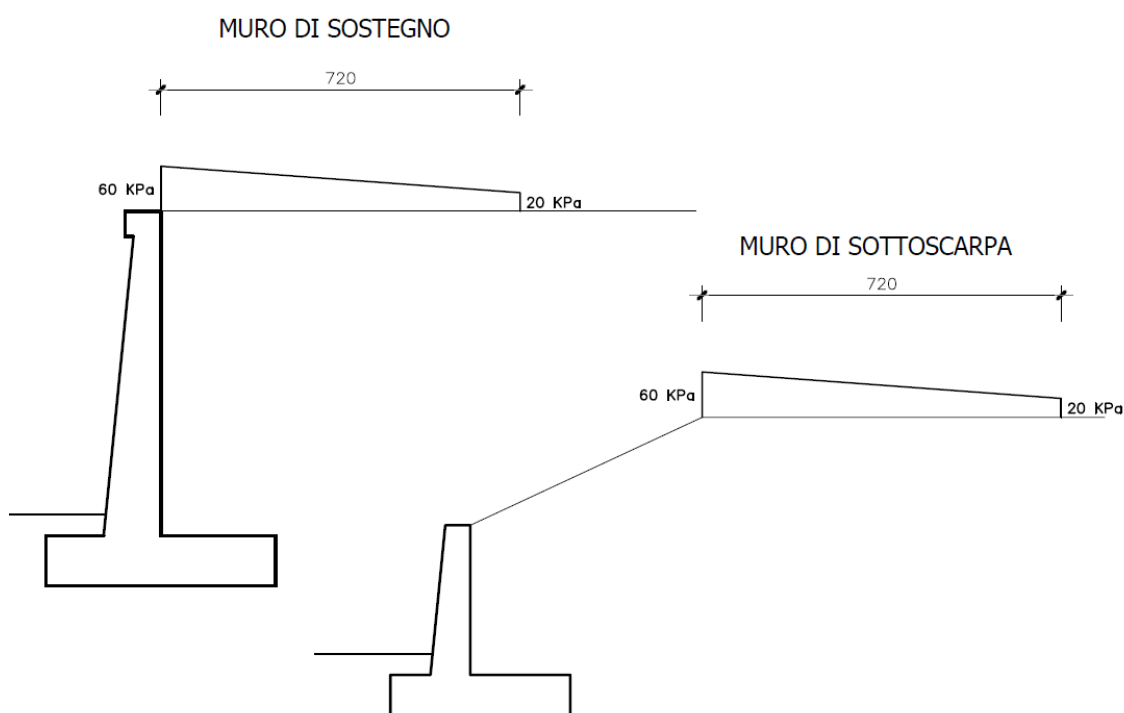
Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 44 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

$$Q2k d = 400 / 2.40 \times 5.00 = 33 \text{ KN/m}^2$$

$$Q3k d = 200 / 2.40 \times 5.00 = 17 \text{ KN/m}^2$$

In aggiunta, sul lato corsia 1, va considerato un ulteriore carico distribuito di 9KN/m<sup>2</sup>, mentre sul lato corsia 3, il carico aggiuntivo è pari a 2.5 KN/m<sup>2</sup>.

In definitiva, nell'ipotesi di disporre le tre corsie in affiancamento, è possibile considerare, ai fini delle analisi, il carico uniforme equivalente negli schemi di figura seguente:



Schemi Carico Azioni da traffico Veicolare

## 9.4 AZIONI ECCEZIONALI (URTO VEICOLO IN SVIO)

Per il caso dei muri di sostegno, essendo prevista l'installazione del sicurvia in corrispondenza della sezione di testa, si è tenuto conto della eventuale presenza di un'azione eccezionale rappresentativa dell'urto di un veicolo in svio, valutata in accordo a quanto specificato al prg 3.6.3.3.2 del DM 14.01.08.

Ipotizzando pertanto, in analogia a quanto assunto al paragrafo precedente che l'azione d'urto chiami a collaborare un tratto di muro di estensione longitudinale pari a 5m, risulta:

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 45 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

<b>F tot =</b>	<b>100.0</b>	KN					
<b>h<sub>tn</sub> =</b>	<b>1.5</b>	m	(altezza da testa muro)				
<b>Mtm =</b>	<b>150.0</b>	KNm					
<b>Riepilogo azioni a testa muro / m =</b>							
<b>Ld =</b>	<b>5.0</b>	m	(lunghezza di diffusione)				
<b>qh =</b>	<b>20</b>	KN/m	(azione orizzontale per metro di muro)				
<b>mh =</b>	<b>30</b>	KNm/m	(momento ribaltante per metro di muro)				

Tale azione va considerata agente solo per i muri di sostegno e non per quelli di controripa.

### 9.5 AZIONI SISMICHE

Per la Valutazione degli effetti dell'azione sismica sulle masse e sui coefficienti di spinta del terreno, si è fatto riferimento al metodo pseudo-statico previsto al punto 7.11.3.5.2 - "Metodi di Analisi" - delle NTC secondo il quale, nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le seguenti espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.6)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.7)$$

dove

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

$g$  = accelerazione di gravità.

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

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g \quad (7.11.8)$$

dove

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

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

Nella precedente espressione, il coefficiente  $\beta_m$  assume i valori riportati nella Tab. 7.11-II.

**Tabella 7.11-II - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.**

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_m$	$\beta_m$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

Tenendo tuttavia conto della specifica che prescrive, nel caso di muri che non siano in grado di subire spostamenti (quale è il caso dei muri su pali) un valore del coefficiente  $\beta_m$  pari ad



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 46 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

1.0. Assumendo tale valore si considera che, cautelativamente, il terreno di riempimento è rigidamente connesso all'opera e non subisce deformazioni o movimenti relativi rispetto ad essa.

Nel caso in specie si ha:

- Per i muri su fondazione diretta:  
 $a_g/g = 0.206$ ;  
 $a_{max}/g = 0.285$   
 $\beta_m = 0.31$ ;  
 $K_h = 0.089$
- Per i muri su pali:  
 $a_g/g = 0.206$ ;  
 $a_{max}/g = 0.285$   
 $\beta_m = 1$ ;  
 $K_h = 0.285$

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 47 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### 9.5.1 Forze d'inerzia

Per le verifiche in fase sismica verranno pertanto applicate a tutti carichi fissi le seguenti forze d'inerzia:

$F_h = K_h \cdot W_i$  (Forza d'inerzia legata alla componente orizzontale del sisma)

$F_v = \pm 0.5 K_h \cdot W_i$  (Forza d'inerzia legata alla componente verticale del sisma)

essendo  $W_i$  il peso dell'elemento in esame o l'entità del carico fisso.

### 9.5.2 Effetti sismici sulle spinte del terreno

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta.

Per le verifiche in fase sismica infatti, nell'equazione risolutiva dell'equilibrio del cuneo, vengono infatti aggiunte anche le forze d'inerzia proprie del Cuneo  $F_h$  ed  $F_v$ .

La superficie di rottura nel caso di sisma risulta generalmente meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

### 9.5.3 Effetti dell'Azione sismica sulla falda

Normalmente gli effetti idrodinamici considerati per il calcolo delle paratie sono calcolati con il metodo di Westergaard (Westergaard, 1931) e sono applicate sempre come pressioni esterne. La pressione idrodinamica viene calcolata come in particolare come segue:

$$p_w = \frac{7}{8} a_x \gamma_w \sqrt{z_w H}$$

$H$  è l'altezza del livello di falda rispetto a fondo scavo

$z_w$  è la profondità del punto considerato dalla superficie libera della falda

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 48 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

## 10. COMBINAZIONI DI CALCOLO

Si riporta nel seguito il riepilogo delle Combinazioni di Carico esaminate per l'Analisi e Verifica dei muri di Controripa

### 10.1 MURI DI SOSTEGNO SU PALI

#### Simbologia adottata

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

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Carico stradale	SFAV	1.35	1.00	1.35

#### Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.15	1.00	1.15

#### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.15	1.00	1.15

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

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

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

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

#### Combinazione n° 6 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

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



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 49 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

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

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

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

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

### Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

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

### Combinazione n° 10 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

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

### Combinazione n° 11 - Quasi Permanente (SLE)

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

### Combinazione n° 12 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.00	0.75	0.75

### Combinazione n° 13 - Rara (SLE)

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

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 50 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### 10.2 MURI DI CONTRORIPA SU PALI

*Simbologia adottata*

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

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Carico stradale	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.15	1.00	1.15

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.15	1.00	1.15

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

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

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

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

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

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



**QUADRILATERO**  
Marche Umbria S.p.A.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 51 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 52 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

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

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

### Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

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

### Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

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

### Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.00	0.75	0.75

### Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

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

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 53 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### 10.3 MURI DI SOSTEGNO FONDAZIONE DIRETTA CON DENTE

#### Simbologia adottata

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

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Carico stradale	SFAV	1.35	1.00	1.35

#### Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.15	1.00	1.15

#### Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10
Carico stradale	SFAV	1.35	1.00	1.35

#### Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma^* \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.15	1.00	1.15

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR)

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

#### Combinazione n° 6 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

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

#### Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

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



**QUADRILATERO**  
Marche Umbria S.p.A.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 54 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 55 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Carico stradale	SFAV	1,00	0,20	0,20

### Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Carico stradale	SFAV	1,00	0,20	0,20

### Combinazione n° 10 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Carico stradale	SFAV	1,00	0,20	0,20

### Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Carico stradale	SFAV	1,00	0,20	0,20

### Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Carico stradale	SFAV	1,00	0,20	0,20

### Combinazione n° 13 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Carico stradale	SFAV	1,00	0,20	0,20

### Combinazione n° 14 - Quasi Permanente (SLE)

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

### Combinazione n° 15 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Carico stradale	SFAV	1,00	0,75	0,75

### Combinazione n° 16 - Rara (SLE)

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



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	56 di 371

Carico stradale

SFAV

1.00

1.00

1.00



Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 57 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

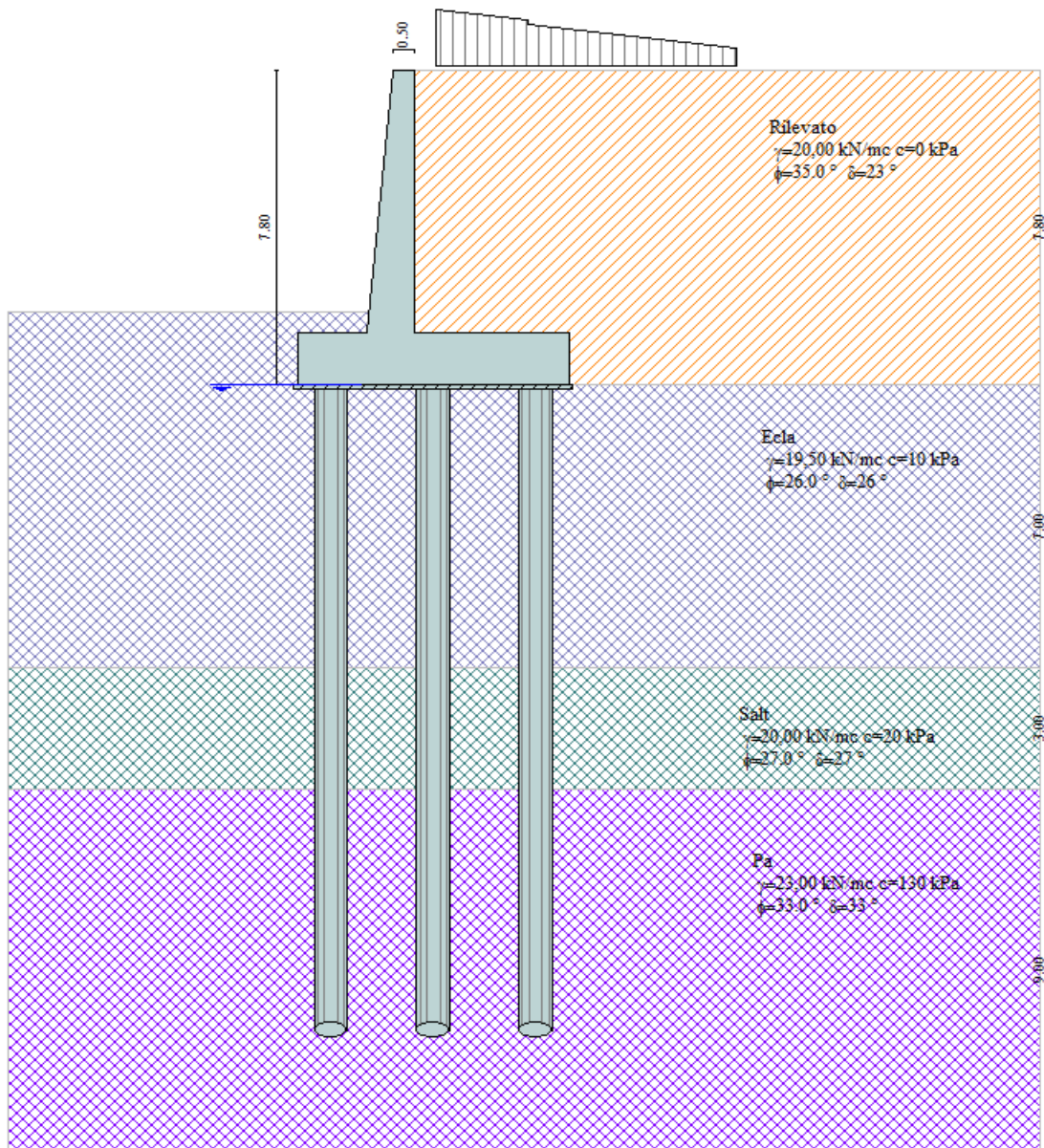
## 11. RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Si riportano di seguito risultati delle Analisi e Verifiche delle diverse sezioni.

### 11.1 RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI DI SOSTEGNO TIPO 3

#### 11.1.1 Modelli di calcolo

Di seguito si riportano i principali risultati delle analisi svolte sul muro su pali. Per ulteriori dettagli si rimanda ai tabulati in allegato.



*Modello di calcolo muro su PALI*

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

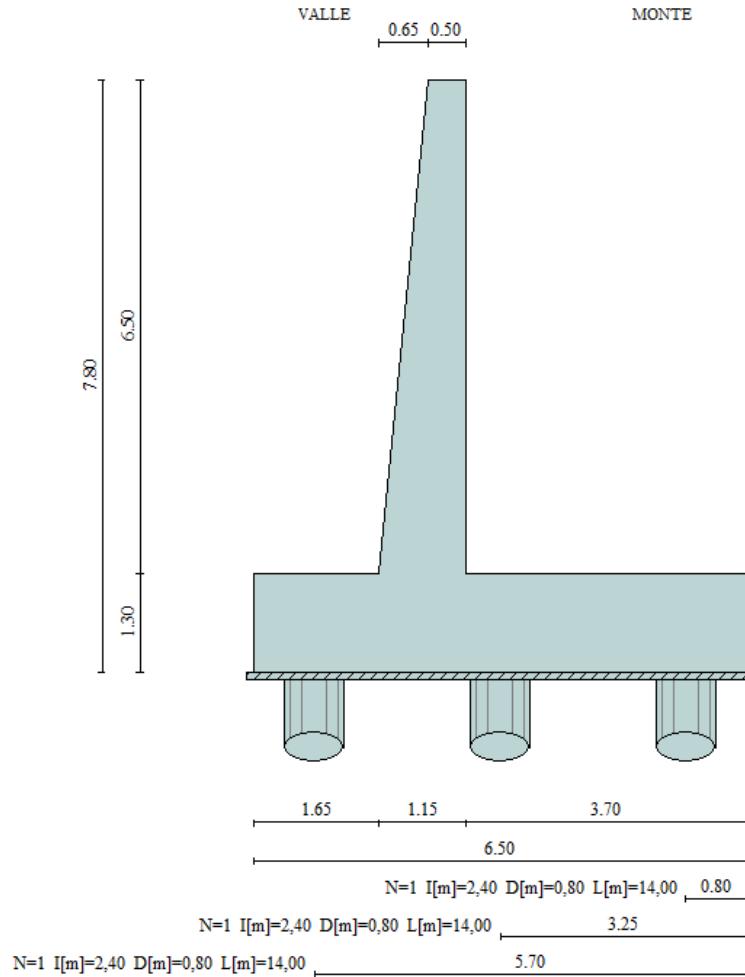
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 58 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Geometria muro

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 59 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### 11.1.2 Sollecitazioni di calcolo

Si riportano di seguito in forma tabellare i valori delle spinte di natura statica e sismica per le combinazioni analizzate. Il programma di calcolo in automatico andrà a ripartire tali azione sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di Taglio, Momento e sforzo normale. Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidità. La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati a tale piastra.

Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidità del palo  $K_e$ , costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo. Nota la matrice di rigidità di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni  $3 \times 3$ ) della palificata,  $K$ . A questo punto, note le forze agenti in fondazione (N, T, M) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con  $p$  il vettore dei carichi e con  $u$  il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo., le caratteristiche del terreno (rappresentate da  $K_h$ ) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per rottura del terreno.

In tale analisi i pali sono considerati incastrati alla fondazione di base.

Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	274,9589	0,0000
2	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--	266,6232	0,0000
3	STAB - [1]	--	--	--	--	2,75	266,6232	0,0000
4	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--	193,1549	0,0000
5	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	159,7758	153,5482
6	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	159,7758	124,6753
7	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	198,6030	176,5568
8	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	198,6030	142,0702
9	STAB - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	<b>1,90</b>	198,6030	176,5568
10	STAB - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1,96	198,6030	142,0702
11	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--	148,5807	0,0000
12	SLEF - [1]	--	--	--	--	--	193,3472	0,0000
13	SLER - [1]	--	--	--	--	--	209,0856	0,0000

Azioni risultanti sul muro

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 60 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### Inviluppo sollecitazioni nei pali

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sforzso normale espresso in [kN]
T	taglio espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	sforzso normale ultimo espresso in [kN]
T <sub>u</sub>	taglio ultimo espresso in [kN]
CS	coefficiente di sicurezza

### Inviluppo sollecitazioni fila di pali n 1

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	202,3389	807,7019	109,1707	479,6219	-291,4486	947,2290
2	0,35	165,9249	643,3623	93,8285	439,5953	-286,1302	950,2442
3	0,70	133,0849	489,5039	83,8325	399,4061	-280,6582	953,0609
4	1,05	103,7436	349,7118	74,1849	348,5175	-275,0326	955,6793
5	1,40	77,7788	227,7307	64,9895	298,7864	-269,2533	958,0993
6	1,75	55,0325	123,3861	56,3243	252,7815	-263,3205	960,3209
7	2,10	34,6819	59,1689	48,2443	210,6280	-257,2341	962,3441
8	2,45	-39,0379	28,3985	40,7852	172,3627	-250,9940	964,1690
9	2,80	-99,3649	4,4569	33,9659	137,9491	-244,6004	965,7954
10	3,15	-147,6471	-7,7294	27,7907	107,2904	-238,0531	967,2235
11	3,50	-185,1987	-17,4561	22,2524	80,2414	-231,3522	968,4532
12	3,85	-213,2832	-25,2445	17,3340	56,6197	-224,4978	969,4845
13	4,20	-233,1001	-31,3114	13,0106	36,2143	-217,4897	970,3174
14	4,55	-245,7751	-35,8651	9,2513	19,3346	-210,3280	971,5624
15	4,90	-252,3532	-39,1030	4,1174	10,0083	-203,0127	973,6213
16	5,25	-253,7943	-41,2103	-8,0677	5,0046	-195,5437	975,5649
17	5,60	-250,9706	-42,3583	-18,0123	1,1246	-187,9212	977,3932
18	5,95	-244,6663	-42,7043	-25,9654	-0,8957	-180,1451	979,1060
19	6,30	-235,5784	-42,3908	-32,1700	-2,4153	-172,2153	980,7036
20	6,65	-224,3189	-41,5455	-36,8598	-3,6121	-164,1320	982,1858
21	7,00	-211,4179	-40,2813	-40,2579	-4,5274	-155,8950	983,5526
22	7,35	-197,3277	-38,6967	-48,3649	-6,8860	-144,5705	982,6009
23	7,70	-180,4000	-36,2866	-53,3709	-8,5337	-133,0689	981,5163
24	8,05	-161,7201	-33,2998	-55,9031	-9,5965	-121,3903	980,2988
25	8,40	-142,1541	-29,9410	-56,5237	-10,1901	-109,5347	978,9483
26	8,75	-122,3708	-26,3745	-55,7274	-10,4185	-97,5020	977,4649
27	9,10	-102,8662	-22,7280	-53,9405	-10,3737	-85,2923	975,8485
28	9,45	-83,9870	-19,0972	-51,5213	-10,1346	-72,9056	974,0992
29	9,80	-65,9546	-15,5501	-48,7627	-9,7678	-60,3419	972,2170
30	10,15	-48,8876	-12,1314	-40,5688	-8,5099	-48,6271	970,9722
31	10,50	-34,6885	-9,1529	-32,5537	-7,1634	-38,0308	970,5674
32	10,85	-23,2948	-6,6457	-25,0670	-5,8201	-27,1562	969,9535
33	11,20	-14,5213	-4,6087	-18,3447	-4,5469	-16,0031	969,1306
34	11,55	-8,1007	-3,0173	-12,5353	-3,3904	-4,5717	968,0987
35	11,90	-3,8217	-1,8306	-7,7225	-2,3812	7,1381	966,8577
36	12,25	-1,6719	-0,9972	-3,9462	-1,5382	19,1262	965,4077
37	12,60	-0,7330	0,3708	-1,4762	-0,8718	31,3928	963,7486
38	12,95	-0,2163	0,7973	-0,6114	0,4624	43,9377	961,8805
39	13,30	-0,0183	0,6354	-0,1021	1,1039	56,7610	959,8034
40	13,65	0,0115	0,2491	0,0328	0,7116	66,0606	957,5172
41	14,00	0,0000	0,0000	0,0328	0,7116	72,4189	955,0220



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 61 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 2

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	202,3389	807,7019	109,1707	479,6219	676,1873	943,3357
2	0,35	165,9249	643,3623	93,8285	439,5953	679,5167	946,3554
3	0,70	133,0849	489,5039	83,8325	399,4061	682,6957	949,1773
4	1,05	103,7436	349,7118	74,1849	348,5175	685,7243	951,8016
5	1,40	77,7788	227,7307	64,9895	298,7864	688,6026	954,2282
6	1,75	55,0325	123,3861	56,3243	252,7815	691,3305	956,4571
7	2,10	34,6819	59,1689	48,2443	210,6280	693,9080	958,4882
8	2,45	-39,0379	28,3985	40,7852	172,3627	696,3352	960,3217
9	2,80	-99,3649	4,4569	33,9659	137,9491	698,6120	961,9575
10	3,15	-147,6471	-7,7294	27,7907	107,2904	700,7384	963,3956
11	3,50	-185,1987	-17,4561	22,2524	80,2414	702,7145	964,6361
12	3,85	-213,2832	-25,2445	17,3340	56,6197	704,5402	965,6788
13	4,20	-233,1001	-31,3114	13,0106	36,2143	706,2156	966,5238
14	4,55	-245,7751	-35,8651	9,2513	19,3346	707,7405	967,1711
15	4,90	-252,3532	-39,1030	4,1174	10,0083	709,1152	967,6207
16	5,25	-253,7943	-41,2103	-8,0677	5,0046	710,3394	967,8727
17	5,60	-250,9706	-42,3583	-18,0123	1,1246	711,4133	967,9269
18	5,95	-244,6663	-42,7043	-25,9654	-0,8957	712,3368	967,7835
19	6,30	-235,5784	-42,3908	-32,1700	-2,4153	713,1100	967,4423
20	6,65	-224,3189	-41,5455	-36,8598	-3,6121	713,7328	966,9035
21	7,00	-211,4179	-40,2813	-40,2579	-4,5274	714,2052	966,1670
22	7,35	-197,3277	-38,6967	-48,3649	-6,8860	711,6553	961,4567
23	7,70	-180,4000	-36,2866	-53,3709	-8,5337	708,9321	956,5187
24	8,05	-161,7201	-33,2998	-55,9031	-9,5965	706,0356	951,3528
25	8,40	-142,1541	-29,9410	-56,5237	-10,1901	702,9658	945,9591
26	8,75	-122,3708	-26,3745	-55,7274	-10,4185	699,7227	940,3375
27	9,10	-102,8662	-22,7280	-53,9405	-10,3737	696,3064	934,4881
28	9,45	-83,9870	-19,0972	-51,5213	-10,1346	692,7167	928,4109
29	9,80	-65,9546	-15,5501	-48,7627	-9,7678	688,9538	922,1058
30	10,15	-48,8876	-12,1314	-40,5688	-8,5099	686,0218	916,8933
31	10,50	-34,6885	-9,1529	-32,5537	-7,1634	684,1848	913,1204
32	10,85	-23,2948	-6,6457	-25,0670	-5,8201	682,0753	911,7621
33	11,20	-14,5213	-4,6087	-18,3447	-4,5469	679,6932	911,2354
34	11,55	-8,1007	-3,0173	-12,5353	-3,3904	677,0387	910,5118
35	11,90	-3,8217	-1,8306	-7,7225	-2,3812	674,1117	909,5913
36	12,25	-1,6719	-0,9972	-3,9462	-1,5382	670,9121	908,4737
37	12,60	-0,7330	0,3708	-1,4762	-0,8718	667,4401	907,1591
38	12,95	-0,2163	0,7973	-0,6114	0,4624	663,6956	905,6476
39	13,30	-0,0183	0,6354	-0,1021	1,1039	659,6785	903,9391
40	13,65	0,0115	0,2491	0,0328	0,7116	655,3890	902,0336
41	14,00	0,0000	0,0000	0,0328	0,7116	650,8270	899,9311

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 62 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 3

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	202,3389	807,7019	109,1707	479,6219	633,8235	1837,1626
2	0,35	165,9249	643,3623	93,8285	439,5953	637,5869	1839,1461
3	0,70	133,0849	489,5039	83,8325	399,4061	641,2662	1840,7735
4	1,05	103,7436	349,7118	74,1849	348,5175	644,8615	1842,0449
5	1,40	77,7788	227,7307	64,9895	298,7864	648,3728	1842,9602
6	1,75	55,0325	123,3861	56,3243	252,7815	651,8000	1843,5195
7	2,10	34,6819	59,1689	48,2443	210,6280	655,1433	1843,7227
8	2,45	-39,0379	28,3985	40,7852	172,3627	658,4024	1843,5698
9	2,80	-99,3649	4,4569	33,9659	137,9491	661,5776	1843,0609
10	3,15	-147,6471	-7,7294	27,7907	107,2904	664,6687	1842,1960
11	3,50	-185,1987	-17,4561	22,2524	80,2414	667,6757	1840,9750
12	3,85	-213,2832	-25,2445	17,3340	56,6197	670,5988	1839,3980
13	4,20	-233,1001	-31,3114	13,0106	36,2143	673,4378	1837,4649
14	4,55	-245,7751	-35,8651	9,2513	19,3346	676,1927	1835,1757
15	4,90	-252,3532	-39,1030	4,1174	10,0083	678,8637	1832,5305
16	5,25	-253,7943	-41,2103	-8,0677	5,0046	681,4506	1829,5293
17	5,60	-250,9706	-42,3583	-18,0123	1,1246	683,9534	1826,1720
18	5,95	-244,6663	-42,7043	-25,9654	-0,8957	686,3723	1822,4586
19	6,30	-235,5784	-42,3908	-32,1700	-2,4153	688,7071	1818,3892
20	6,65	-224,3189	-41,5455	-36,8598	-3,6121	690,9578	1813,9638
21	7,00	-211,4179	-40,2813	-40,2579	-4,5274	693,1245	1809,1823
22	7,35	-197,3277	-38,6967	-48,3649	-6,8860	693,6021	1797,2441
23	7,70	-180,4000	-36,2866	-53,3709	-8,5337	693,9829	1784,8956
24	8,05	-161,7201	-33,2998	-55,9031	-9,5965	694,2668	1772,1368
25	8,40	-142,1541	-29,9410	-56,5237	-10,1901	694,4539	1758,9676
26	8,75	-122,3708	-26,3745	-55,7274	-10,4185	694,5441	1745,3881
27	9,10	-102,8662	-22,7280	-53,9405	-10,3737	694,5375	1731,3982
28	9,45	-83,9870	-19,0972	-51,5213	-10,1346	694,4340	1716,9981
29	9,80	-65,9546	-15,5501	-48,7627	-9,7678	694,2337	1702,1876
30	10,15	-48,8876	-12,1314	-40,5688	-8,5099	694,4978	1689,3448
31	10,50	-34,6885	-9,1529	-32,5537	-7,1634	695,3739	1679,0947
32	10,85	-23,2948	-6,6457	-25,0670	-5,8201	696,0976	1668,1993
33	11,20	-14,5213	-4,6087	-18,3447	-4,5469	696,6690	1656,6586
34	11,55	-8,1007	-3,0173	-12,5353	-3,3904	697,0882	1644,4727
35	11,90	-3,8217	-1,8306	-7,7225	-2,3812	697,3550	1631,6416
36	12,25	-1,6719	-0,9972	-3,9462	-1,5382	697,4696	1618,1652
37	12,60	-0,7330	0,3708	-1,4762	-0,8718	697,4318	1604,0435
38	12,95	-0,2163	0,7973	-0,6114	0,4624	697,2418	1589,2766
39	13,30	-0,0183	0,6354	-0,1021	1,1039	696,8995	1573,8644
40	13,65	0,0115	0,2491	0,0328	0,7116	696,4049	1557,8070
41	14,00	0,0000	0,0000	0,0328	0,7116	695,7580	1541,1043

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 63 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### 11.1.3 Armature di progetto

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative :

Elemento	Armatura a flessione	
	Af 1	Af 2
PARAMENTO	1 $\phi$ 24/10	1 $\phi$ 22/20
FONDAZIONE	1 $\phi$ 24/20	1 $\phi$ 24/10

**Af1 : Armatura lato monte, Armatura inferiore fondazione**

**Af2 : Armatura lato valle, Armatura superiore fondazione**

**Aft : Armatura lato interno**

Per i pali invece sono previsti:

- 0<z< 7m : 18  $\Phi$ 24 e staffa a spirale  $\Phi$ 14/21
- 7m<z<16m:18 $\Phi$ 18 e staffa a spirale  $\Phi$ 12/20

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per la parte in elevazione (paramento e fondazione muro) ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm, mentre per i pali si è assunto un copriferro di calcolo pari a 7 cm.

### 11.1.4 Verifiche capacità portante

Nel seguito si riportano i risultati riguardanti la valutazione della lunghezza minima dei pali necessaria al soddisfacimento delle verifiche di capacità portante.

In particolare da un confronto tra i valori massimi degli sforzi normali massimi attesi e le curve di capacità portante presentate ne paragrafo dedicato, con riferimento ai pali di diametro D800 si è ottenuto

$N_{Ed,Max} = 2244$  kN (Compressione),  $N_{Ed,Min} = -580$  kN (Trazione)

In definitiva si è assunto per il muro tipo 1 **Lpali = 14.00m.**

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 64 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### 11.1.5 Verifiche strutturali paramento e fondazione (SLU – SLE)

#### Verifiche strutturali per paramento e fondazione

Di seguito si riporta l'involuppo delle sollecitazioni nel paramento e nella fondazione ed i risultati della verifica a pressoflessione degli stessi.

#### Involuppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Involuppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	30,0000	0,0000	20,0000
2	0,33	4,1128	4,1128	0,0238	36,5003	0,5591	20,3082
3	0,65	8,4833	8,4833	0,5121	43,1319	3,6170	21,2329
4	0,98	13,1114	13,1114	2,4453	50,0909	9,7357	27,0138
5	1,30	17,9971	17,9971	6,5774	57,5736	17,4323	38,0188
6	1,63	23,1404	23,1404	13,2899	65,7760	26,0676	49,7553
7	1,95	28,5413	28,5413	22,8453	74,8943	31,0965	62,1889
8	2,27	34,1999	34,1999	35,4611	85,1247	35,1036	75,3047
9	2,60	40,1161	40,1161	51,3340	101,8996	39,7272	89,0952
10	2,93	46,2899	46,2899	70,6489	132,4841	44,9672	103,5561
11	3,25	52,7214	52,7214	93,5846	167,7743	50,8237	118,6849
12	3,58	59,4104	59,4104	120,3152	207,9828	57,2967	134,4800
13	3,90	66,3571	66,3571	151,0123	253,3198	64,3861	150,9187
14	4,23	73,5614	73,5614	180,8444	303,9814	72,0920	167,9556
15	4,55	81,0234	81,0234	204,3513	360,1624	80,4144	185,6292
16	4,88	88,7429	88,7429	230,5395	422,0710	89,3533	203,9647
17	5,20	96,7201	96,7201	259,6050	489,9185	98,9087	222,9631
18	5,53	104,9549	104,9549	291,7441	563,9161	109,0805	242,6244
19	5,85	113,4474	113,4474	327,1528	644,2749	119,8688	262,9484
20	6,17	122,1974	122,1974	366,0274	731,2062	131,2735	283,9352
21	6,50	131,2051	131,2051	408,5554	824,9129	143,1961	305,4905





## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da I+190.75 a I+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 65 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1128	4,1128	-0,0074	0,0095	0,2371	0,4189
3	0,65	8,4833	8,4833	0,0702	0,3490	0,9484	2,7039
4	0,98	13,1114	13,1114	0,3829	1,7500	2,1339	7,2792
5	1,30	17,9971	17,9971	1,0804	4,7767	3,7937	13,0424
6	1,63	23,1404	23,1404	2,3128	9,7169	5,9276	19,5189
7	1,95	28,5413	28,5413	4,2299	16,7694	8,5358	26,5551
8	2,27	34,1999	34,1999	6,9816	26,1003	11,6182	34,0854
9	2,60	40,1161	40,1161	10,7179	37,8596	15,1747	42,0755
10	2,93	46,2899	46,2899	15,5886	52,1891	19,2055	50,5058
11	3,25	52,7214	52,7214	21,7437	69,2256	23,7105	59,3646
12	3,58	59,4104	59,4104	29,3332	89,1030	28,6897	68,6444
13	3,90	66,3571	66,3571	38,5068	111,9529	34,1432	78,3400
14	4,23	73,5614	73,5614	49,4145	137,9039	40,0708	88,4289
15	4,55	81,0234	81,0234	62,2063	167,0579	46,4726	98,7545
16	4,88	88,7429	88,7429	77,0320	199,4740	53,3487	109,2871
17	5,20	96,7201	96,7201	94,0416	235,2426	60,6990	120,1886
18	5,53	104,9549	104,9549	113,3849	274,4872	68,5234	131,4907
19	5,85	113,4474	113,4474	135,2119	317,3337	76,8221	143,1938
20	6,17	122,1974	122,1974	159,6725	363,9084	85,5950	155,2976
21	6,50	131,2051	131,2051	186,9100	414,3316	94,7663	167,7378

### Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,001901	0,004524	0,00	0,00	11,04	202,69	--	--
2	0,33	1,00, 0,53	0,001901	0,004524	41,11	-49,03	10,00	209,75	--	--
3	0,65	1,00, 0,56	0,001901	0,004524	78,42	-398,69	9,24	216,68	--	--
4	0,98	1,00, 0,60	0,001901	0,004524	113,36	-433,09	8,65	223,51	--	--
5	1,30	1,00, 0,63	0,001901	0,004524	146,29	-468,00	8,13	230,23	--	--
6	1,63	1,00, 0,66	0,001901	0,004524	177,06	-503,29	7,65	236,87	--	--
7	1,95	1,00, 0,69	0,001901	0,004524	205,30	-538,73	7,19	243,42	--	--
8	2,27	1,00, 0,73	0,001901	0,004524	230,65	-574,09	6,74	249,91	--	--
9	2,60	1,00, 0,76	0,001901	0,004524	237,80	-604,03	5,93	256,33	--	--
10	2,93	1,00, 0,79	0,001901	0,004524	218,27	-624,71	4,72	262,70	--	--
11	3,25	1,00, 0,82	0,001901	0,004524	203,13	-646,40	3,85	269,02	--	--
12	3,58	1,00, 0,86	0,001901	0,004524	191,05	-668,81	3,22	275,29	--	--
13	3,90	1,00, 0,89	0,001901	0,004524	181,20	-691,75	2,73	283,34	--	--
14	4,23	1,00, 0,92	0,001901	0,004524	173,05	-715,08	2,35	292,19	--	--
15	4,55	1,00, 0,95	0,001901	0,004524	166,19	-738,73	2,05	301,04	--	--
16	4,88	1,00, 0,99	0,001901	0,004524	160,35	-762,62	1,81	309,89	--	--
17	5,20	1,00, 1,02	0,001901	0,004524	155,31	-786,70	1,61	318,75	--	--
18	5,53	1,00, 1,05	0,001901	0,004524	150,93	-810,95	1,44	327,61	--	--
19	5,85	1,00, 1,08	0,003801	0,004524	291,62	-1656,11	2,57	396,67	--	--
20	6,17	1,00, 1,12	0,001901	0,004524	143,68	-859,78	1,18	345,37	--	--
21	6,50	1,00, 1,15	0,001901	0,004524	140,66	-884,35	1,07	354,26	--	--



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 66 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,001901	0,004524	0	0	0	0
2	0,33	1,00, 0,53	0,001901	0,004524	8	1	-113	-89
3	0,65	1,00, 0,56	0,001901	0,004524	16	6	-203	-230
4	0,98	1,00, 0,60	0,001901	0,004524	37	15	-252	-524
5	1,30	1,00, 0,63	0,001901	0,004524	82	26	856	-1127
6	1,63	1,00, 0,66	0,001901	0,004524	156	36	3393	-2074
7	1,95	1,00, 0,69	0,001901	0,004524	250	47	7423	-3250
8	2,27	1,00, 0,73	0,001901	0,004524	361	58	12749	-4631
9	2,60	1,00, 0,76	0,001901	0,004524	486	68	19269	-6200
10	2,93	1,00, 0,79	0,001901	0,004524	625	78	26911	-7945
11	3,25	1,00, 0,82	0,001901	0,004524	776	88	35617	-9850
12	3,58	1,00, 0,86	0,001901	0,004524	937	98	45338	-11905
13	3,90	1,00, 0,89	0,001901	0,004524	1109	107	56034	-14099
14	4,23	1,00, 0,92	0,001901	0,004524	1290	117	67666	-16421
15	4,55	1,00, 0,95	0,001901	0,004524	1479	126	80188	-18862
16	4,88	1,00, 0,99	0,001901	0,004524	1675	134	93534	-21407
17	5,20	1,00, 1,02	0,001901	0,004524	1878	143	107666	-24047
18	5,53	1,00, 1,05	0,001901	0,004524	2087	151	122565	-26779
19	5,85	1,00, 1,08	0,003801	0,004524	1847	160	71380	-24888
20	6,17	1,00, 1,12	0,001901	0,004524	2521	168	154620	-32499
21	6,50	1,00, 1,15	0,001901	0,004524	2746	176	171751	-35480

### Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2067,05	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	113,60	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	38,52	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	16,71	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	8,86	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	5,44	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	3,76	443,84	--	--
8	1,42	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	2,15	443,84	--	--
9	1,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1,42	443,84	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
10	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	2	5	103	75
11	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	20	13	1433	555
12	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	64	38	4056	2757
13	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	127	69	9355	3961
14	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	242	143	17744	-3120
15	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	395	220	29013	-5101
16	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	572	295	41971	-7379
17	1,42	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1021	286	74969	-13180
18	1,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1557	277	114371	-20107

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 67 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1000,00	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	305,08	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	72,76	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	36,72	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	29,02	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	18,05	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	12,31	443,84	--	--
8	1,41	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	8,88	443,84	--	--
9	1,61	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	6,70	443,84	--	--
10	1,82	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	5,30	443,84	--	--
11	2,03	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	4,32	443,84	--	--
12	2,23	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3,59	443,84	--	--
13	2,44	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3,04	443,84	--	--
14	2,64	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,61	443,84	--	--
15	2,85	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,25	443,84	--	--
16	3,05	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,98	443,84	--	--
17	3,25	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,80	443,84	--	--
18	3,45	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,68	443,84	--	--
19	3,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,52	443,84	--	--
20	3,70	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,48	443,84	--	--

### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
21	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	4	0	312	-55
22	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	27	0	575	1156
23	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	111	3	-1514	4784
24	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	214	14	-2922	9234
25	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	227	31	-3091	9769
26	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	169	84	2833	7263
27	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	97	135	7104	-1249
28	1,41	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	205	100	15086	-2652
29	1,61	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	295	68	21691	-3813
30	1,82	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	340	35	24939	-4384
31	2,03	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	346	11	25439	-4472
32	2,23	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	318	0	23355	-4106
33	2,44	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	253	0	18575	-3266
34	2,64	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	145	0	10626	5652
35	2,85	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	380	0	-5174	16353
36	3,05	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	610	0	-8314	26275
37	3,25	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	735	9	-10011	31639
38	3,45	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	797	84	-10858	34315
39	3,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1139	198	-15522	49056
40	3,70	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1283	206	-17485	55261



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 68 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### VERIFICHE A TAGLIO

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate per la struttura in esame sono riepilogati nella seguente tabella.

Verifica a taglio (per metro lineare di sviluppo longitudinale)						
Sezione	V <sub>Ed</sub>	b	h	V <sub>Rd</sub>	ESITO	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
Paramento	306	100	115	932	verificato	2.5 $\Phi$ 14/40
Fondazione	730	100	130	1064	verificato	$\Phi$ 18/20

**2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**
**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 69 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

**11.1.6 Verifiche strutturali pali di fondazione**

Di seguito si riportano le verifiche strutturali dei pali:

Inviluppo verifiche fila di pali nr. 1

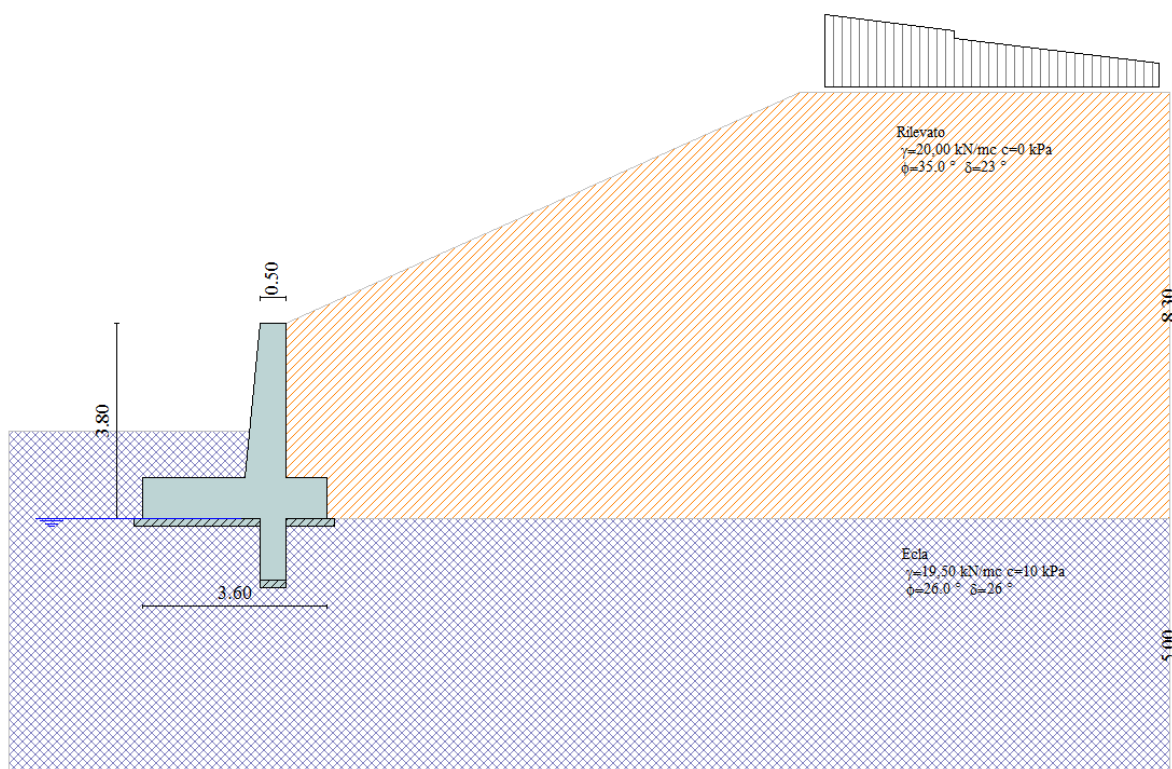
Nr.	Y	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	0,010857	1057,12	-227,08	835,27	1,09
2	0,35	0,010857	1019,84	-275,09	835,27	1,34
3	0,70	0,010857	966,28	-347,59	835,27	1,68
4	1,05	0,010857	885,14	-465,81	835,27	2,21
5	1,40	0,010857	753,17	-682,30	835,27	3,07
6	1,75	0,010857	516,20	-1167,75	835,27	4,63
7	2,10	0,010857	9,56	-3161,85	835,27	8,01
8	2,45	0,010857	346,22	-1590,90	835,27	5,08
9	2,80	0,010857	24,16	-961,43	835,27	3,92
10	3,15	0,010857	336,07	-717,85	835,27	3,33
11	3,50	0,010857	579,65	-591,23	835,27	3,00
12	3,85	0,010857	736,38	-515,65	835,27	2,80
13	4,20	0,010857	839,20	-467,08	835,27	2,69
14	4,55	0,010857	905,89	-434,68	835,27	2,64
15	4,90	0,010857	917,98	-412,88	835,27	2,63
16	5,25	0,010857	925,91	-398,51	835,27	2,66
17	5,60	0,010857	930,67	-389,69	835,27	2,72
18	5,95	0,010857	932,93	-385,22	835,27	2,82
19	6,30	0,004580	419,99	-175,48	493,50	1,33
20	6,65	0,004580	419,28	-176,48	493,50	1,40
21	7,00	0,004580	417,86	-178,77	493,50	1,49
22	7,35	0,004580	419,59	-181,96	493,50	1,62
23	7,70	0,004580	420,35	-188,08	493,50	1,78
24	8,05	0,004580	420,54	-197,14	493,50	2,00
25	8,40	0,004580	420,60	-209,45	493,50	2,29
26	8,75	0,004580	421,06	-225,65	493,50	2,68
27	9,10	0,004580	422,67	-246,92	493,50	3,22
28	9,45	0,004580	382,49	-275,37	493,50	3,97
29	9,80	0,004580	310,62	-314,99	493,50	5,13
30	10,15	0,004580	240,87	-349,19	493,50	7,04
31	10,50	0,004580	180,12	-293,69	493,50	10,21
32	10,85	0,004580	129,28	25,23	493,50	10,93
33	11,20	0,004580	88,28	-18,60	493,50	10,96
34	11,55	0,004580	56,56	-927,72	493,50	10,98
35	11,90	0,004580	33,23	-1231,05	493,50	11,01
36	12,25	0,004580	1,39	-1663,08	493,50	11,03
37	12,60	0,004580	7,13	-1485,30	493,50	11,04
38	12,95	0,004580	1,10	-1273,10	493,50	11,06
39	13,30	0,004580	0,26	-1137,19	493,50	11,08
40	13,65	0,004580	0,42	-235,09	493,50	11,10
41	14,00	0,004580	0,00	9357,38	493,50	11,12

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 70 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

## 11.2 RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI DI SOTTOSCARPA TIPO 1

### 11.2.1 Modelli di calcolo

Di seguito si riportano i principali risultati delle analisi svolte sul muro di sostegno denominato. Per ulteriori dettagli si rimanda ai tabulati in allegato.



Modello di calcolo muro

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

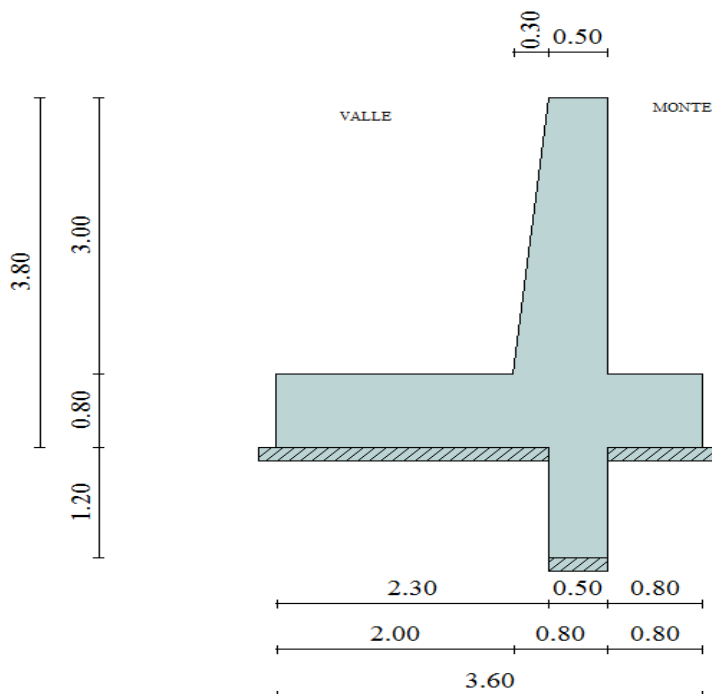
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 71 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Geometria muro

### 11.2.2 Risultati analisi di stabilità locale

Di seguito si riportano i risultati in termini di coefficienti di sicurezza delle verifiche previste in accordo alla normativa NTC 2008 e descritte in dettaglio al paragrafo 10:

Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte								
Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (quilt)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	3,56	8,51	--	79,6727	0,0000
2	A2-M2 - [1]	--	--	2,51	4,92	--	88,2447	0,0000
3	EQU - [1]	--	4,15	--	--	--	97,8168	0,0000
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1,55	88,2447	0,0000
5	A1-M1 - [2]	--	--	2,79	8,09	--	79,6727	0,0000
6	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	2,77	7,56	--	61,2867	25,5360
7	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	2,80	8,11	--	61,2867	20,7554
8	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	<b>1,58</b>	<b>4,07</b>	--	85,5771	42,7879
9	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	1,61	4,39	--	85,5771	35,9025
10	EQU - [3]	SismaH + SismaV positivo	3,24	--	--	--	85,5771	42,7879
11	EQU - [3]	SismaH + SismaV negativo	<b>2,93</b>	--	--	--	85,5771	35,9025
12	STAB - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1,31	85,5771	42,7879
13	STAB - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	<b>1,31</b>	85,5771	35,9025
14	SLEQ - [1]	--	--	4,56	9,51	--	61,2867	0,0000
15	SLEF - [1]	--	--	4,56	9,51	--	61,2867	0,0000
16	SLER - [1]	--	--	4,56	9,51	--	61,2867	0,0000

Al fine di una migliore comprensione dei risultati, si riportano di seguito in maniera più dettagliata i risultati delle analisi per le combinazioni più gravose che risultano essere la combinazione 8 per la verifica a carico limite

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 72 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

e per la verifica a scorrimento, e la combinazione 11 per la verifica a ribaltamento.

### COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	85,5771	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	80,9096	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	27,8761	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,80	[m]	Y	=	-2,41
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43,82	[°]			
Incremento sismico della spinta	42,7879	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,80	[m]	Y	=	-2,41
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	37,69	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,80	[m]	Y	=	-3,80
	[m]				
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	50,8800	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,41	[m]	Y	=	-1,41
	[m]				
Inerzia del muro	11,7916	[kN]			
Inerzia verticale del muro	5,8958	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	4,5077	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	2,2539	[kN]			
<b>Risultanti</b>					
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	137,6631	[kN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	233,9394	[kN]			
Resistenza passiva a valle del muro	-30,1804	[kN]			
Resistenza passiva dente di fondazione	-148,8402	[kN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	233,9394	[kN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	137,6631	[kN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,02	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]			
Risultante in fondazione	271,4384	[kN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	30,47	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-4,7645	[kNm]			
Carico ultimo della fondazione	952,3356	[kN]			
<b>Tensioni sul terreno</b>					
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]			
Tensione terreno allo spigolo di valle	62,79	[kPa]			
Tensione terreno allo spigolo di monte	67,20	[kPa]			

### Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 16,14$	$N_q = 7,30$	$N_\gamma = 3,61$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,44$	$i_q = 0,44$	$i_\gamma = 0,18$
Fattori profondità	$d_c = 1,21$	$d_q = 1,11$	$d_\gamma = 1,11$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 8,57$	$N'_q = 3,53$	$N'_\gamma = 0,74$

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.58
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.07



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	73 di 371

### COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	85,5771	[kN]						
Componente orizzontale della spinta statica	80,9096	[kN]						
Componente verticale della spinta statica	27,8761	[kN]						
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,80	[m]				Y	=	-2,41
		[m]						
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43,82	[°]						
Incremento sismico della spinta	35,9025	[kN]						
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,80	[m]				Y	=	-2,41
		[m]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	37,38	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,80	[m]				Y	=	-3,80
		[m]						
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	50,8800	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,41	[m]				Y	=	-1,41
		[m]						
Inerzia del muro	11,7916	[kN]						
Inerzia verticale del muro	-5,8958	[kN]						
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	4,5077	[kN]						
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-2,2539	[kN]						

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	131,1531	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	215,3973	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-30,1804	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-144,9921	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	200,8810	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	588,1441	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	215,3973	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	131,1531	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]
Risultante in fondazione	252,1847	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	31,34	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	0,3915	[kNm]

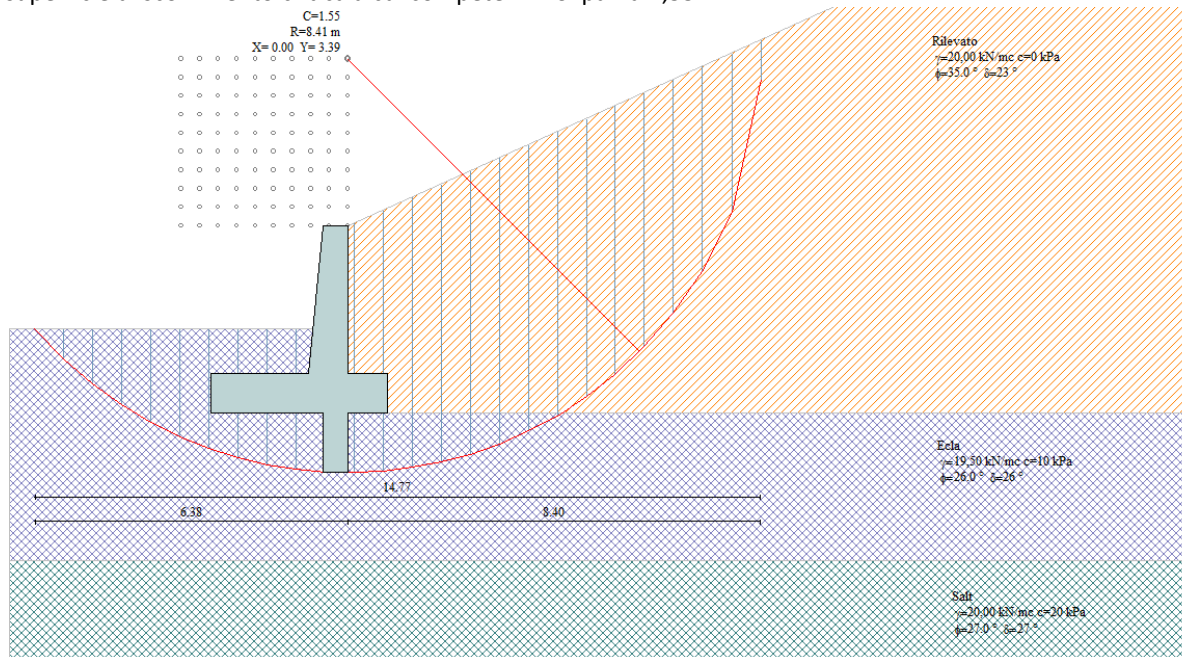
### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.93
--	------

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 74 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### 11.2.3 Risultati analisi di stabilità globale

L'analisi di stabilità globale condotta secondo il metodo di Bishop semplificato a portato alla seguente superficie di scorrimento critica a cui compete in F.S. pari a 1,55:



*Superficie di scorrimento critica e relativo coeff. di sicurezza*

### 11.2.4 Armature di progetto

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative :

Elemento	Armatura a flessione	
	Af 1	Af 2
PARAMENTO	1φ14/20	1φ12/20
FONDAZIONE	1φ14/20	1φ14/20
DENTE	1φ14/20	1φ14/20

**Af1=monte (paramento) , superiore (fondazione)**

**Af2=valle (paramento) , inferiore (fondazione)**

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 75 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### 11.2.5 Verifiche strutturali (SLU – SLE)

Di seguito si riportano in dettaglio l'involuppo dei valori delle sollecitazioni e delle resistenze per le combinazioni considerate. Inoltre si riporta la verifica a fessurazione per la combinazione più sfavorevole.

#### Involuppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Involuppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	30,0000	0,0000	20,0000
2	0,15	1,8662	1,8662	-0,0022	32,9978	0,0952	20,0952
3	0,30	3,7873	3,7873	0,0099	36,0099	0,3809	20,3809
4	0,45	5,7633	5,7633	0,0645	39,0645	0,8569	20,8569
5	0,60	7,7941	7,7941	0,1898	42,1898	1,5234	21,5234
6	0,75	9,8799	9,8799	0,4138	45,4138	2,3804	22,3804
7	0,90	12,0205	12,0205	0,7648	48,7648	3,4277	23,4277
8	1,05	14,2160	14,2160	1,2709	52,2709	4,6655	24,6655
9	1,20	16,4663	16,4663	1,9603	55,9603	6,0938	26,0938
10	1,35	18,7716	18,7716	2,8610	59,8610	7,7124	27,7124
11	1,50	21,1317	21,1317	4,0013	64,0013	9,5215	29,5215
12	1,65	23,5467	23,5467	5,4093	68,4093	11,5210	31,5210
13	1,80	26,0166	26,0166	7,1131	73,1131	13,7110	33,7110
14	1,95	28,5413	28,5413	9,1410	78,1410	16,0914	36,0914
15	2,10	31,1210	31,1210	11,5210	83,5210	18,6622	38,6622
16	2,25	33,7555	33,7555	14,2813	89,2813	21,4234	41,4234
17	2,40	36,4449	36,4449	17,4500	95,4500	24,3751	46,0335
18	2,55	39,1891	39,1891	21,0554	102,0554	27,5172	51,7944
19	2,70	41,9883	41,9883	25,1255	109,1255	30,8497	57,8946
20	2,85	44,8423	44,8423	29,6885	116,6885	34,3727	64,3341
21	3,00	47,7512	47,7512	34,7714	124,7714	38,0556	71,0593



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 76 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	1,8662	-0,0033	-0,0033	0,0732	0,0732
3	0,30	3,7873	3,7873	0,0011	0,0011	0,2930	0,2930
4	0,45	5,7633	5,7633	0,0349	0,0349	0,6592	0,6592
5	0,60	7,7941	7,7941	0,1195	0,1195	1,1719	1,1719
6	0,75	9,8799	9,8799	0,2765	0,2765	1,8311	1,8311
7	0,90	12,0205	12,0205	0,5275	0,5275	2,6367	2,6367
8	1,05	14,2160	14,2160	0,8941	0,8941	3,5889	3,5889
9	1,20	16,4663	16,4663	1,3978	1,3978	4,6875	4,6875
10	1,35	18,7716	18,7716	2,0601	2,0601	5,9326	5,9326
11	1,50	21,1317	21,1317	2,9027	2,9027	7,3242	7,3242
12	1,65	23,5467	23,5467	3,9470	3,9470	8,8623	8,8623
13	1,80	26,0166	26,0166	5,2147	5,2147	10,5469	10,5469
14	1,95	28,5413	28,5413	6,7273	6,7273	12,3780	12,3780
15	2,10	31,1210	31,1210	8,5063	8,5063	14,3555	14,3555
16	2,25	33,7555	33,7555	10,5734	10,5734	16,4796	16,4796
17	2,40	36,4449	36,4449	12,9500	12,9500	18,7501	18,7501
18	2,55	39,1891	39,1891	15,6578	15,6578	21,1671	21,1671
19	2,70	41,9883	41,9883	18,7183	18,7183	23,7306	23,7306
20	2,85	44,8423	44,8423	22,1530	22,1530	26,4405	26,4405
21	3,00	47,7512	47,7512	25,9826	25,9826	29,2736	29,2736

### Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	0,1828	1,1282	1,9473	11,2196
3	0,40	0,8268	4,4630	4,6127	22,0664
4	0,60	2,0757	9,9299	7,9963	32,5403
5	0,80	4,0732	17,4542	12,0982	42,6413
6	1,00	6,9629	26,9615	16,9181	52,3694
7	1,20	10,8883	38,3772	22,4563	61,7247
8	1,40	15,9933	51,6266	28,7127	70,7072
9	1,60	22,4213	66,6352	35,6872	79,3168
10	1,80	30,3160	83,3284	43,3799	87,5535
11	2,00	39,8211	101,6317	51,7908	95,4173

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	0,0501	0,0501	0,6382	0,6382
3	0,40	0,3103	0,3103	2,1011	2,1011
4	0,60	0,9455	0,9455	4,3886	4,3886
5	0,80	2,1207	2,1207	7,5008	7,5008
6	1,00	4,0008	4,0008	11,4377	11,4377
7	1,20	6,7507	6,7507	16,1992	16,1992
8	1,40	10,5354	10,5354	21,7854	21,7854
9	1,60	15,5199	15,5199	28,1963	28,1963
10	1,80	21,8689	21,8689	35,4318	35,4318
11	2,00	29,7476	29,7476	43,4920	43,4920

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 77 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,08	-0,2026	-0,0040	-5,0433	-0,1051
3	0,16	-0,8033	-0,0174	-9,9521	-0,2333
4	0,24	-1,7914	-0,0420	-14,7263	-0,3848
5	0,32	-3,1560	-0,0796	-19,3660	-0,5595
6	0,40	-4,8863	-0,1321	-23,8711	-0,7575
7	0,48	-6,9718	-0,2014	-28,2418	-0,9787
8	0,56	-9,4014	-0,2894	-32,4778	-1,2231
9	0,64	-12,1646	-0,3977	-36,5794	-1,4907
10	0,72	-15,2506	-0,5285	-40,5464	-1,7815
11	0,80	-18,6485	-0,6834	-44,3788	-2,0956

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,08	0,0250	0,0250	0,6139	0,6139
3	0,16	0,0962	0,0962	1,1534	1,1534
4	0,24	0,2076	0,2076	1,6185	1,6185
5	0,32	0,3532	0,3532	2,0093	2,0093
6	0,40	0,5271	0,5271	2,3258	2,3258
7	0,48	0,7234	0,7234	2,5679	2,5679
8	0,56	0,9360	0,9360	2,7357	2,7357
9	0,64	1,1591	1,1591	2,8291	2,8291
10	0,72	1,3867	1,3867	2,8482	2,8482
11	0,80	1,6128	1,6128	2,7929	2,7929

### Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,000000	0,000565	0,00	0,00	0,03	176,18	--	--
2	0,15	1,00, 0,51	0,000770	0,000565	8,06	5,80	4,32	180,38	--	--
3	0,30	1,00, 0,53	0,000770	0,000565	15,64	-16,97	4,13	184,57	--	--
4	0,45	1,00, 0,54	0,000770	0,000565	22,86	-73,74	3,97	188,75	--	--
5	0,60	1,00, 0,56	0,000770	0,000565	29,78	-161,19	3,82	192,92	--	--
6	0,75	1,00, 0,57	0,000770	0,000565	36,43	-167,46	3,69	197,09	--	--
7	0,90	1,00, 0,59	0,000770	0,000565	42,83	-173,76	3,56	201,24	--	--
8	1,05	1,00, 0,60	0,000770	0,000565	48,97	-180,07	3,45	205,39	--	--
9	1,20	1,00, 0,62	0,000770	0,000565	54,85	-186,40	3,33	209,53	--	--
10	1,35	1,00, 0,63	0,000770	0,000565	60,44	-192,73	3,22	213,66	--	--
11	1,50	1,00, 0,65	0,000770	0,000565	65,72	-199,05	3,11	217,79	--	--
12	1,65	1,00, 0,66	0,000770	0,000565	70,68	-205,35	3,00	221,91	--	--
13	1,80	1,00, 0,68	0,000770	0,000565	75,30	-211,62	2,89	226,02	--	--
14	1,95	1,00, 0,69	0,000770	0,000565	79,57	-217,84	2,79	230,13	--	--
15	2,10	1,00, 0,71	0,000770	0,000565	83,47	-224,02	2,68	234,24	--	--
16	2,25	1,00, 0,72	0,000770	0,000565	87,01	-230,13	2,58	238,34	--	--
17	2,40	1,00, 0,74	0,000770	0,000565	90,18	-236,17	2,47	242,45	--	--
18	2,55	1,00, 0,75	0,000770	0,001131	93,22	-242,77	2,38	246,54	--	--
19	2,70	1,00, 0,77	0,000770	0,000565	95,43	-248,03	2,27	250,64	--	--
20	2,85	1,00, 0,78	0,000770	0,000565	97,55	-253,83	2,18	254,73	--	--



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 78 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

21	3,00	1,00, 0,80	0,000770	0,000565	99,34	-259,56	2,08	258,82	--	--
----	------	------------	----------	----------	-------	---------	------	--------	----	----

### Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,000000	0,000565	0	0	0	0
2	0,15	1,00, 0,51	0,000770	0,000565	4	0	-53	-52
3	0,30	1,00, 0,53	0,000770	0,000565	7	1	-102	-105
4	0,45	1,00, 0,54	0,000770	0,000565	11	2	-143	-164
5	0,60	1,00, 0,56	0,000770	0,000565	16	3	-171	-232
6	0,75	1,00, 0,57	0,000770	0,000565	21	4	-184	-315
7	0,90	1,00, 0,59	0,000770	0,000565	28	6	-180	-413
8	1,05	1,00, 0,60	0,000770	0,000565	37	7	-155	-529
9	1,20	1,00, 0,62	0,000770	0,000565	46	9	-109	-666
10	1,35	1,00, 0,63	0,000770	0,000565	58	12	-40	-823
11	1,50	1,00, 0,65	0,000770	0,000565	71	14	75	-1012
12	1,65	1,00, 0,66	0,000770	0,000565	89	16	292	-1253
13	1,80	1,00, 0,68	0,000770	0,000565	111	19	684	-1562
14	1,95	1,00, 0,69	0,000770	0,000565	141	22	1352	-1953
15	2,10	1,00, 0,71	0,000770	0,000565	177	25	2410	-2435
16	2,25	1,00, 0,72	0,000770	0,000565	221	28	3942	-3003
17	2,40	1,00, 0,74	0,000770	0,000565	271	31	5986	-3647
18	2,55	1,00, 0,75	0,000770	0,001131	311	34	8223	-4136
19	2,70	1,00, 0,77	0,000770	0,000565	389	38	11609	-5121
20	2,85	1,00, 0,78	0,000770	0,000565	455	41	15171	-5943
21	3,00	1,00, 0,80	0,000770	0,000565	525	45	19225	-6818

### Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	0,00	1000,00	252,06	--	--
2	0,20	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	225,69	200,05	252,06	--	--
3	0,40	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	225,69	50,57	252,06	--	--
4	0,60	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	225,69	22,73	252,06	--	--
5	0,80	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	225,69	12,93	252,06	--	--
6	1,00	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	225,69	8,37	252,06	--	--
7	1,20	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	225,69	5,88	252,06	--	--
8	1,40	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	225,69	4,37	252,06	--	--
9	1,60	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	225,69	3,39	252,06	--	--
10	1,80	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	225,69	2,71	252,06	--	--
11	2,00	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	225,69	2,22	252,06	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
12	0,00	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0	0	0	0
13	0,20	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	1	1	89	-11
14	0,40	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	6	3	550	-71
15	0,60	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	20	7	1676	-217
16	0,80	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	44	11	3760	-486
17	1,00	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	83	17	7093	-918
18	1,20	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	140	25	11969	-1548

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	79 di 371

19	1,40	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	218	33	18679	-2417
20	1,60	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	321	43	27516	-3560
21	1,80	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	453	54	38772	-5016
22	2,00	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	616	66	52740	-6823

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	0,00	1000,00	252,06	--	--
2	0,08	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	-225,69	1113,82	252,06	--	--
3	0,16	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	-225,69	280,94	252,06	--	--
4	0,24	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	-225,69	125,99	252,06	--	--
5	0,32	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	-225,69	71,51	252,06	--	--
6	0,40	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	-225,69	46,19	252,06	--	--
7	0,48	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	-225,69	32,37	252,06	--	--
8	0,56	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	-225,69	24,01	252,06	--	--
9	0,64	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	-225,69	18,55	252,06	--	--
10	0,72	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	-225,69	14,80	252,06	--	--
11	0,80	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0,00	-225,69	12,10	252,06	--	--

### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
12	0,00	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	0	0	0	0
13	0,08	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	1	1	44	-6
14	0,16	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	2	2	171	-22
15	0,24	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	4	2	368	-48
16	0,32	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	7	3	626	-81
17	0,40	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	11	4	935	-121
18	0,48	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	15	4	1282	-166
19	0,56	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	19	4	1659	-215
20	0,64	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	24	4	2055	-266
21	0,72	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	29	4	2458	-318
22	0,80	1,00, 0,80	0,000770	0,000770	33	4	2859	-370

### 11.2.6 Verifiche a taglio

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate (a filo parete) per la struttura in esame sono riepilogati nella seguente tabella per un metro di lunghezza in direzione trasversale.

Sezione	V <sub>Ed</sub>	b	h	V <sub>Rd</sub> *	Verificato	STAFFE
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	
Paramento	71	100	75	302	SI	2.5Φ10/40
Fondazione	95.5	100	60	342	SI	2.5Φ12/40

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 80 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### 11.2.7 Verifica strutturale del dente di fondazione

La verifica del dente di fondazione è condotta considerando agente a valle del dente la spinta passiva secondo una distribuzione triangolare di pendenza " $\gamma K_p$ ", dove il coefficiente di spinta passiva è stato valutato secondo la formulazione di Rankine:

$$K_p = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi}$$

In tal modo si sono ottenute le seguenti sollecitazioni per metro di lunghezza:

$$V_{sd} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot K_p \cdot h_d^2 = 35,95 \text{ kN/m}$$

$$M_{sd} = \frac{1}{6} \cdot \gamma \cdot K_p \cdot h_d^3 = 14,4 \text{ kNm/m}$$

dove  $h_d$  è l'altezza del dente di fondazione pari a 120 cm.

Con queste sollecitazioni si sono effettuate le verifiche allo SLU e allo SLE ottenendo i seguenti risultati:

Geometrie				
b (cm)	H (cm)	c (cm)	d (cm)	Ac (mm <sup>2</sup> )
50	100	5	115,0	500000

Armature							
Armature taglio					Armature longitudinali .		
nb	$\varnothing$	p(cm)	Asw(mm <sup>2</sup> )	a°	n	$\varnothing$	mm <sup>2</sup>
2,5	10,0	40	196,35	90	5	14	769,7

### Verifiche allo SLU

Mx (daN*cm/cm)	My (daN*cm/cm)	N (daN/cm)	CS, Ncost
144000	0	0	18.83 > 1

V <sub>sd</sub> (KN)	V <sub>Rcd</sub> (KN)	V <sub>Rsd</sub> (KN)	V <sub>rd</sub> (KN)	c (V <sub>rd</sub> /V <sub>sd</sub> )	Esito
35.95	1159,25	194,48	194,48	5,40	Soddisfatta

### Verifiche a fessurazione

Unità di misura daN, cm

Sollecitazioni riferite al baricentro

Me	Ne	Es/Ec	Wk(mm)	Srm(mm)	fctd
135000	0	15	0	0	14.1





**QUADRILATERO**  
Marche Umbria S.p.A.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 81 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

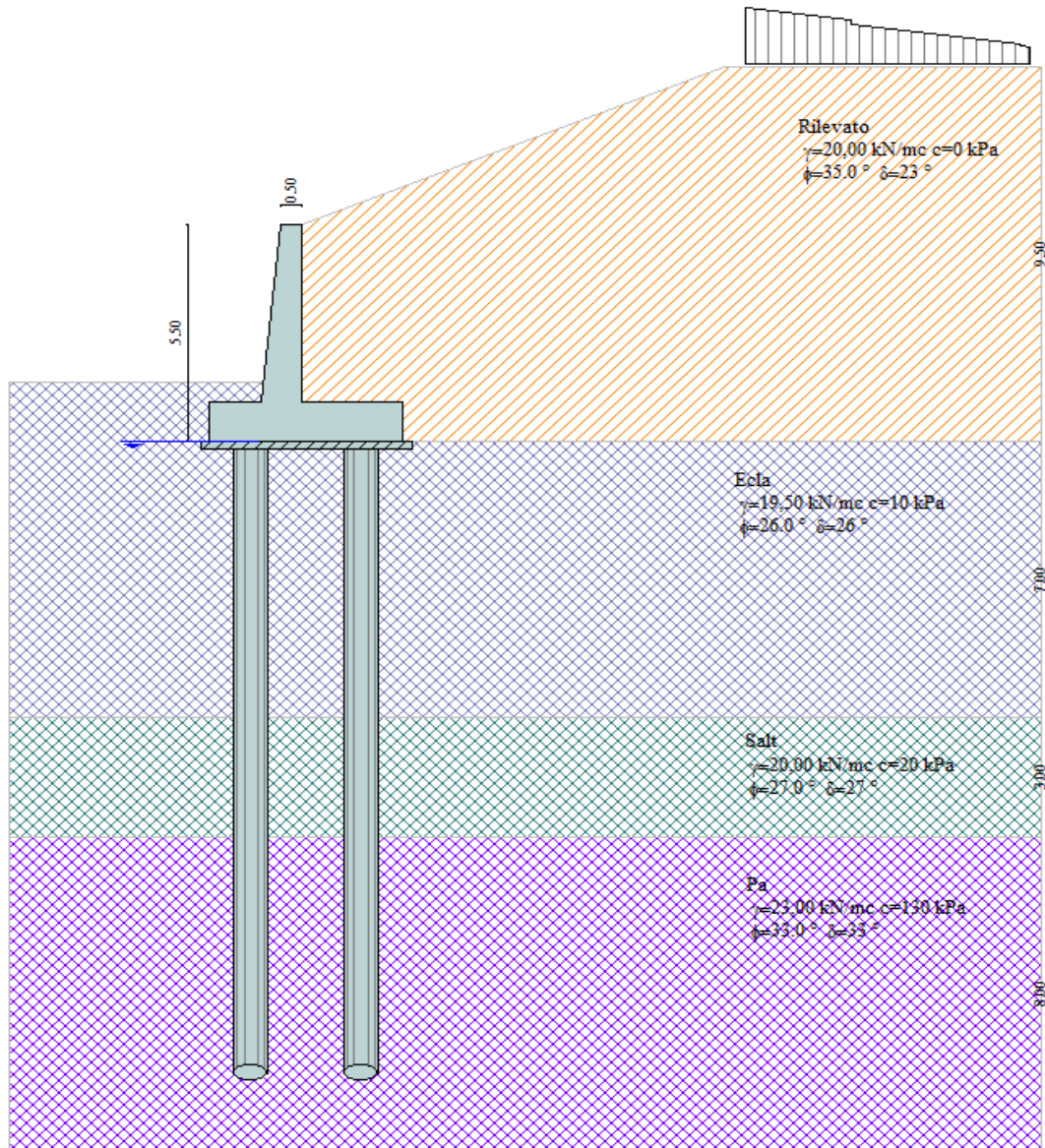
Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 82 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### 11.3 RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI DI SOTTOSCARPA TIPO 2

#### 11.3.1 Modelli di calcolo

Di seguito si riportano i principali risultati delle analisi svolte sul muro su pali. Per ulteriori dettagli si rimanda ai tabulati in allegato.



*Modello di calcolo muro su PALI*

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

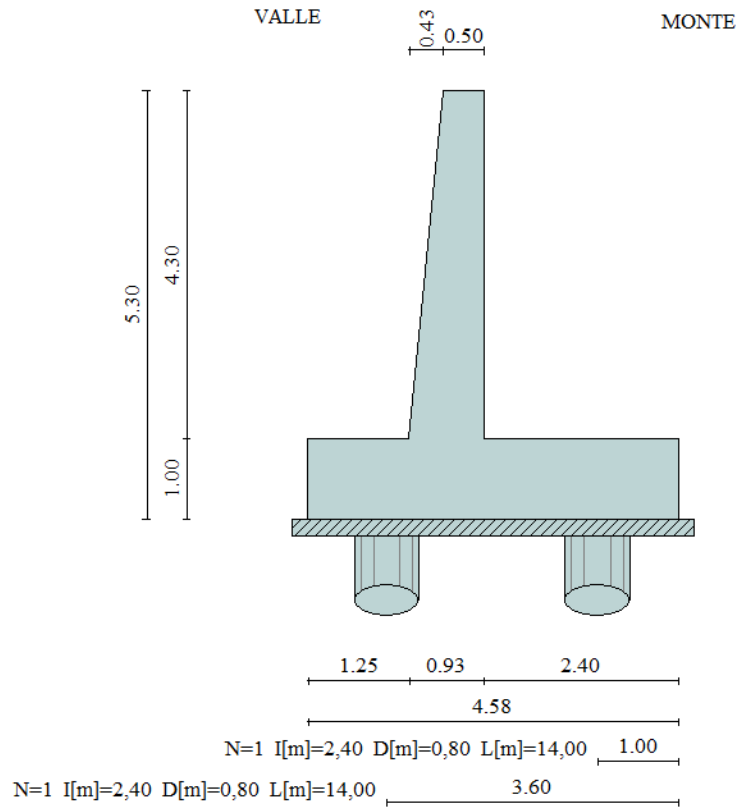
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 83 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Geometria muro

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 84 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### 11.3.2 Sollecitazioni di calcolo

Si riportano di seguito in forma tabellare i valori delle spinte di natura statica e sismica per le combinazioni analizzate. Il programma di calcolo in automatico andrà a ripartire tali azione sui pali restituendo le sollecitazione nei pali in termini di Taglio, Momento e sforzo normale. Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidità. La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati a tale piastra.

Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidità del palo  $K_e$ , costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo. Nota la matrice di rigidità di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni 3x3) della palificata,  $K$ . A questo punto, note le forze agenti in fondazione (N, T, M) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con  $p$  il vettore dei carichi e con  $u$  il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo., le caratteristiche del terreno (rappresentate da  $K_h$ ) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per rottura del terreno.

In tale analisi i pali sono considerati incastrati alla fondazione di base.

Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	182,7087	0,0000
2	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--	211,9989	0,0000
3	STAB - [1]	--	--	--	--	3,11	211,9989	0,0000
4	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	139,5920	217,2562
5	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	139,5920	205,8035
6	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	189,0581	265,8748
7	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	189,0581	245,6715
8	STAB - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	<b>1,94</b>	189,0581	265,8748
9	STAB - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	2,08	189,0581	245,6715
10	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--	139,5920	0,0000
11	SLEF - [1]	--	--	--	--	--	139,5920	0,0000
12	SLEP - [1]	--	--	--	--	--	140,1743	0,0000

Azioni risultanti sul muro

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 85 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### Inviluppo sollecitazioni nei pali

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sfuerzo normale espresso in [kN]
T	taglio espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	sfuerzo normale ultimo espresso in [kN]
T <sub>u</sub>	taglio ultimo espresso in [kN]
CS	coefficiente di sicurezza

### Inviluppo sollecitazioni fila di pali n 1

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	236,2965	904,4069	144,4705	633,6272	-860,8921	468,9193
2	0,35	185,7318	682,6374	127,6239	603,5680	-853,8342	473,0269
3	0,70	141,0635	471,3886	111,4071	563,2593	-842,7475	476,8329
4	1,05	102,0710	274,2478	96,0319	512,2445	-830,7664	480,5718
5	1,40	68,4598	101,1506	81,6520	450,0673	-817,8908	484,2437
6	1,75	-62,5613	49,2012	68,3707	376,2709	-804,1209	487,8486
7	2,10	-194,2561	15,9519	56,2487	293,2607	-789,4565	491,3865
8	2,45	-296,8974	-3,7351	45,3108	220,1943	-773,8976	494,8574
9	2,80	-373,9654	-19,5939	35,5525	156,6352	-757,4444	498,2614
10	3,15	-428,7877	-32,0373	26,9453	102,0310	-740,0967	501,5983
11	3,50	-464,4985	-41,4681	19,4422	55,7467	-721,8545	504,8683
12	3,85	-484,0099	-48,2729	12,9820	17,8421	-702,7180	508,0712
13	4,20	-489,9925	-52,8166	-14,6476	9,1273	-682,6870	511,2071
14	4,55	-484,8659	-55,4392	-40,2044	2,8975	-661,7616	514,2761
15	4,90	-470,7943	-56,4533	-60,2983	-0,8874	-639,9417	517,2781
16	5,25	-449,6899	-56,1427	-75,6299	-3,9453	-617,2275	520,2130
17	5,60	-423,2195	-54,7619	-86,8686	-6,3599	-593,6188	523,0810
18	5,95	-392,8155	-52,5359	-94,6448	-8,2125	-569,1156	525,8820
19	6,30	-359,6898	-49,6616	-99,5440	-9,5813	-543,7181	528,6159
20	6,65	-324,8494	-46,3081	-102,1022	-10,5404	-517,4261	531,2829
21	7,00	-289,1136	-42,6189	-102,8040	-11,1588	-490,2397	533,8829
22	7,35	-253,1322	-38,7134	-101,1157	-11,9547	-454,8436	535,8679
23	7,70	-217,7417	-34,5292	-96,9833	-12,2384	-408,7021	537,0481
24	8,05	-183,7976	-30,2458	-91,1655	-12,1299	-361,5299	538,1511
25	8,40	-151,8897	-26,0004	-84,3034	-11,7346	-313,3268	539,1769
26	8,75	-122,3835	-21,8932	-76,9270	-11,1430	-264,0930	540,1254
27	9,10	-95,4590	-17,9932	-69,4639	-10,4316	-213,8283	540,9968
28	9,45	-71,1466	-14,3421	-62,2478	-9,6630	-162,5329	541,7909
29	9,80	-49,3599	-10,9601	-55,5280	-8,8873	-110,2067	542,5078
30	10,15	-29,9251	-7,8495	-49,4775	-8,1429	-56,8496	543,1476
31	10,50	-12,6080	-4,9995	-34,4039	-6,1839	-34,5187	544,5870
32	10,85	-3,7002	-0,4123	-21,6781	-4,4435	-18,9055	546,0543
33	11,20	-1,3765	7,0207	-11,3130	-2,9510	-2,8103	547,4002
34	11,55	-0,2470	10,9803	-3,2449	-1,7200	13,7670	548,6247
35	11,90	0,3550	12,1160	-0,8711	2,6307	30,8264	549,7278
36	12,25	0,6187	11,1952	-0,0488	6,4310	48,3679	550,7095
37	12,60	0,6358	8,9444	0,4000	8,2651	66,3914	551,5697
38	12,95	0,4958	6,0516	0,5990	8,2209	84,8971	552,3086
39	13,30	0,2861	3,1743	0,5529	6,3586	103,8848	552,9260
40	13,65	0,0926	0,9488	0,2647	2,7108	123,3545	553,4220
41	14,00	0,0000	0,0000	0,2647	2,7108	143,3064	553,7966

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 86 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 2

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	236,2965	904,4069	144,4705	633,6272	656,4227	2196,0803
2	0,35	185,7318	682,6374	127,6239	603,5680	660,4703	2199,1031
3	0,70	141,0635	471,3886	111,4071	563,2593	664,1279	2200,2315
4	1,05	102,0710	274,2478	96,0319	512,2445	667,6989	2200,9393
5	1,40	68,4598	101,1506	81,6520	450,0673	671,1834	2201,2266
6	1,75	-62,5613	49,2012	68,3707	376,2709	674,5812	2201,0933
7	2,10	-194,2561	15,9519	56,2487	293,2607	677,8925	2200,5395
8	2,45	-296,8974	-3,7351	45,3108	220,1943	681,1172	2199,5651
9	2,80	-373,9654	-19,5939	35,5525	156,6352	684,2554	2198,1701
10	3,15	-428,7877	-32,0373	26,9453	102,0310	687,3069	2196,3546
11	3,50	-464,4985	-41,4681	19,4422	55,7467	690,2719	2194,1186
12	3,85	-484,0099	-48,2729	12,9820	17,8421	693,1503	2191,4619
13	4,20	-489,9925	-52,8166	-14,6476	9,1273	695,9421	2188,3847
14	4,55	-484,8659	-55,4392	-40,2044	2,8975	698,6473	2184,8870
15	4,90	-470,7943	-56,4533	-60,2983	-0,8874	701,2659	2180,9687
16	5,25	-449,6899	-56,1427	-75,6299	-3,9453	703,7980	2176,6298
17	5,60	-423,2195	-54,7619	-86,8686	-6,3599	706,2435	2171,8704
18	5,95	-392,8155	-52,5359	-94,6448	-8,2125	708,6024	2166,6904
19	6,30	-359,6898	-49,6616	-99,5440	-9,5813	710,8747	2161,0898
20	6,65	-324,8494	-46,3081	-102,1022	-10,5404	713,0605	2155,0687
21	7,00	-289,1136	-42,6189	-102,8040	-11,1588	715,1597	2148,6271
22	7,35	-253,1322	-38,7134	-101,1157	-11,9547	716,4641	2138,3252
23	7,70	-217,7417	-34,5292	-96,9833	-12,2384	716,7285	2122,9709
24	8,05	-183,7976	-30,2458	-91,1655	-12,1299	716,8931	2107,1320
25	8,40	-151,8897	-26,0004	-84,3034	-11,7346	716,9579	2090,8083
26	8,75	-122,3835	-21,8932	-76,9270	-11,1430	716,9229	2074,0000
27	9,10	-95,4590	-17,9932	-69,4639	-10,4316	716,7881	2056,7070
28	9,45	-71,1466	-14,3421	-62,2478	-9,6630	716,5536	2038,9293
29	9,80	-49,3599	-10,9601	-55,5280	-8,8873	716,2192	2020,6669
30	10,15	-29,9251	-7,8495	-49,4775	-8,1429	715,7851	2001,9199
31	10,50	-12,6080	-4,9995	-34,4039	-6,1839	716,3845	1988,1929
32	10,85	-3,7002	-0,4123	-21,6781	-4,4435	717,0199	1974,6411
33	11,20	-1,3765	7,0207	-11,3130	-2,9510	717,4985	1960,3271
34	11,55	-0,2470	10,9803	-3,2449	-1,7200	717,8201	1945,2510
35	11,90	0,3550	12,1160	-0,8711	2,6307	717,9848	1929,4126
36	12,25	0,6187	11,1952	-0,0488	6,4310	717,9926	1912,8122
37	12,60	0,6358	8,9444	0,4000	8,2651	717,8435	1895,4496
38	12,95	0,4958	6,0516	0,5990	8,2209	717,5375	1877,3248
39	13,30	0,2861	3,1743	0,5529	6,3586	717,0746	1858,4378
40	13,65	0,0926	0,9488	0,2647	2,7108	716,4548	1838,7887
41	14,00	0,0000	0,0000	0,2647	2,7108	715,6781	1818,3774

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 87 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### 11.3.3 Armature di progetto

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative :

Elemento	Armatura a flessione	
	Af 1	Af 2
PARAMENTO	1 $\phi$ 22/20	1 $\phi$ 20/20
FONDAZIONE	1 $\phi$ 22/20	1 $\phi$ 22/10

**Af1 : Armatura lato monte, Armatura inferiore fondazione**

**Af2 : Armatura lato valle, Armatura superiore fondazione**

**Aft : Armatura lato interno**

Per i pali invece sono previsti:

- $0 < z < 7\text{m}$  : 24 $\Phi$ 24 e staffa a spirale  $\Phi$ 12/10
- $7\text{m} < z < 16\text{m}$ : 18 $\Phi$ 18 e staffa a spirale  $\Phi$ 12/20

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per la parte in elevazione (paramento e fondazione muro) ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm, mentre per i pali si è assunto un copriferro di calcolo pari a 7 cm.

### 11.3.4 Verifiche capacità portante

Nel seguito si riportano i risultati riguardanti la valutazione della lunghezza minima dei pali necessaria al soddisfacimento delle verifiche di capacità portante.

In particolare da un confronto tra i valori massimi degli sforzi normali massimi attesi e le curve di capacità portante presentate al paragrafo dedicato, con riferimento ai pali di diametro D800 si è ottenuto

$N_{Ed,Max} = 2196 \text{ kN}$  (Compressione),  $N_{Ed,Min} = -714 \text{ kN}$  (Trazione)

In definitiva si è assunto per il muro tipo 1 **Lpali = 14.00m**.

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 88 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### 11.3.5 Verifiche strutturali paramento e fondazione (SLU – SLE)

#### Verifiche strutturali per paramento e fondazione

Di seguito si riporta l'involuppo delle sollecitazioni nel paramento e nella fondazione ed i risultati della verifica a pressoflessione degli stessi.

#### Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,21	2,6920	2,6920	-0,0011	1,0028	0,1848	9,5334
3	0,43	5,4966	5,4966	0,0476	4,0717	0,7391	19,4956
4	0,65	8,4141	8,4141	0,2244	9,2978	1,6629	29,8865
5	0,86	11,4443	11,4443	0,6075	16,7721	2,9562	40,7063
6	1,07	14,5872	14,5872	1,2751	26,5854	4,6191	51,9548
7	1,29	17,8429	17,8429	2,3056	38,8288	6,6515	63,6321
8	1,50	21,2113	21,2113	3,7771	53,5932	9,0534	75,7381
9	1,72	24,6925	24,6925	5,7678	70,9696	11,8249	88,2730
10	1,94	28,2864	28,2864	8,3559	91,0490	14,9659	101,2366
11	2,15	31,9930	31,9930	11,6198	113,9223	18,4764	114,6290
12	2,36	35,8124	35,8124	15,6376	139,6805	22,3564	128,4502
13	2,58	39,7446	39,7446	20,4876	168,4146	26,6060	142,7001
14	2,79	43,7895	43,7895	26,2480	200,2156	31,2251	157,3789
15	3,01	47,9471	47,9471	32,9970	235,1744	36,2137	172,4864
16	3,23	52,2175	52,2175	40,8128	273,3820	41,5719	188,0227
17	3,44	56,6006	56,6006	49,7738	314,9293	47,2996	203,9878
18	3,65	61,0965	61,0965	59,9580	359,9073	53,3968	220,3816
19	3,87	65,7051	65,7051	71,4439	408,4071	59,8635	237,2042
20	4,08	70,4264	70,4264	84,3095	460,5195	66,6998	254,4556
21	4,30	75,2606	75,2606	98,6297	516,3319	73,8464	272,0724

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,21	2,6920	2,6920	-0,0042	-0,0042	0,1421	0,1421
3	0,43	5,4966	5,4966	0,0231	0,0231	0,5685	0,5685
4	0,65	8,4141	8,4141	0,1419	0,1419	1,2791	1,2791





## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da I+190.75 a I+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 89 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

5	0,86	11,4443	11,4443	0,4119	0,4119	2,2740	2,2740
6	1,07	14,5872	14,5872	0,8932	0,8932	3,5532	3,5532
7	1,29	17,8429	17,8429	1,6456	1,6456	5,1165	5,1165
8	1,50	21,2113	21,2113	2,7289	2,7289	6,9642	6,9642
9	1,72	24,6925	24,6925	4,2032	4,2032	9,0961	9,0961
10	1,94	28,2864	28,2864	6,1283	6,1283	11,5122	11,5122
11	2,15	31,9930	31,9930	8,5641	8,5641	14,2126	14,2126
12	2,36	35,8124	35,8124	11,5705	11,5705	17,1973	17,1973
13	2,58	39,7446	39,7446	15,2073	15,2073	20,4662	20,4662
14	2,79	43,7895	43,7895	19,5346	19,5346	24,0193	24,0193
15	3,01	47,9471	47,9471	24,6121	24,6121	27,8567	27,8567
16	3,23	52,2175	52,2175	30,4998	30,4998	31,9784	31,9784
17	3,44	56,6006	56,6006	37,2576	37,2576	36,3843	36,3843
18	3,65	61,0965	61,0965	44,9453	44,9453	41,0744	41,0744
19	3,87	65,7051	65,7051	53,6230	53,6230	46,0488	46,0488
20	4,08	70,4264	70,4264	63,3503	63,3503	51,3075	51,3075
21	4,30	75,2606	75,2606	74,1848	74,1848	56,8049	56,8049

### Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,000000	0,001571	0,00	0,00	1000,00	176,18	--	--
2	0,21	1,00, 0,52	0,001901	0,001571	1835,32	0,48	681,78	194,63	--	--
3	0,43	1,00, 0,54	0,001901	0,001571	701,77	-64,08	127,67	212,00	--	--
4	0,65	1,00, 0,56	0,001901	0,001571	434,21	-199,66	51,61	216,58	--	--
5	0,86	1,00, 0,59	0,001901	0,001571	322,44	-398,65	28,17	221,10	--	--
6	1,07	1,00, 0,61	0,001901	0,001571	261,12	-475,90	17,90	225,59	--	--
7	1,29	1,00, 0,63	0,001901	0,001571	222,41	-484,00	12,46	230,02	--	--
8	1,50	1,00, 0,65	0,001901	0,001571	195,77	-494,64	9,23	234,43	--	--
9	1,72	1,00, 0,67	0,001901	0,001571	176,33	-506,81	7,14	238,79	--	--
10	1,94	1,00, 0,69	0,001901	0,001571	161,53	-519,95	5,71	243,12	--	--
11	2,15	1,00, 0,71	0,001901	0,001571	149,90	-533,76	4,69	247,42	--	--
12	2,36	1,00, 0,74	0,001901	0,001571	140,51	-548,04	3,92	251,70	--	--
13	2,58	1,00, 0,76	0,001901	0,001571	132,79	-562,68	3,34	255,94	--	--
14	2,79	1,00, 0,78	0,001901	0,001571	126,32	-577,58	2,88	260,16	--	--
15	3,01	1,00, 0,80	0,001901	0,001571	120,84	-592,70	2,52	264,36	--	--
16	3,23	1,00, 0,82	0,001901	0,001571	116,13	-607,98	2,22	268,53	--	--
17	3,44	1,00, 0,84	0,001901	0,001571	112,04	-623,39	1,98	272,69	--	--
19	3,87	1,00, 0,89	0,001901	0,001571	105,30	-654,53	1,60	282,52	--	--
20	4,08	1,00, 0,91	0,001901	0,001571	102,50	-670,22	1,46	288,37	--	--
21	4,30	1,00, 0,93	0,001901	0,001571	99,99	-685,98	1,33	294,23	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,000000	0,001571	0	0	0	0
2	0,21	1,00, 0,52	0,001901	0,001571	5	0	-70	-71
3	0,43	1,00, 0,54	0,001901	0,001571	10	1	-131	-146
4	0,65	1,00, 0,56	0,001901	0,001571	16	3	-172	-238
5	0,86	1,00, 0,59	0,001901	0,001571	24	5	-185	-354
6	1,07	1,00, 0,61	0,001901	0,001571	35	7	-165	-501
7	1,29	1,00, 0,63	0,001901	0,001571	48	10	-107	-683
8	1,50	1,00, 0,65	0,001901	0,001571	63	13	-6	-905
9	1,72	1,00, 0,67	0,001901	0,001571	84	17	201	-1190
10	1,94	1,00, 0,69	0,001901	0,001571	111	20	609	-1564
11	2,15	1,00, 0,71	0,001901	0,001571	146	24	1306	-2035
12	2,36	1,00, 0,74	0,001901	0,001571	188	29	2353	-2601
13	2,58	1,00, 0,76	0,001901	0,001571	237	33	3778	-3254



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 90 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

14	2,79	1,00, 0,78	0,001901	0,001571	292	38	5587	-3986
15	3,01	1,00, 0,80	0,001901	0,001571	354	43	7782	-4794
16	3,23	1,00, 0,82	0,001901	0,001571	421	48	10365	-5677
17	3,44	1,00, 0,84	0,001901	0,001571	493	53	13339	-6632
19	3,87	1,00, 0,89	0,001901	0,001571	655	63	20477	-8760
20	4,08	1,00, 0,91	0,001901	0,001571	744	69	24649	-9931
21	4,30	1,00, 0,93	0,001901	0,001571	838	74	29228	-11173

### Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,00	300,16	--	--
2	0,14	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	128,65	364,30	--	--
3	0,29	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	62,20	364,30	--	--
4	0,43	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	32,35	364,30	--	--
5	0,58	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	18,57	364,30	--	--
6	0,71	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	12,31	364,30	--	--
7	0,85	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	8,94	364,30	--	--
8	0,98	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	700,69	6,60	364,30	--	--
9	1,11	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	700,69	2,89	364,30	--	--
10	1,25	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	700,69	1,38	364,30	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
11	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0	3	0	0
12	0,14	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	12	4	836	348
13	0,29	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	22	10	1517	644
14	0,43	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	43	16	2774	1769
15	0,58	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	125	29	4793	5104
16	0,71	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	156	46	7218	6398
17	0,85	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	141	114	9866	3321
18	0,98	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	192	177	13419	-2377
19	1,11	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	505	250	35249	-6245
20	1,25	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	1127	358	78706	-13943

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0,00	0,00	0,00	300,16	--	--
2	0,15	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	240,86	364,30	--	--
3	0,30	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	126,36	364,30	--	--
4	0,45	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	81,71	364,30	--	--
5	0,60	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	40,61	364,30	--	--
6	0,73	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	24,00	364,30	--	--
7	0,87	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	15,73	364,30	--	--
8	1,00	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	11,03	364,30	--	--
9	1,13	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	8,12	364,30	--	--
10	1,27	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	6,23	364,30	--	--
11	1,40	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	4,93	300,16	--	--
12	1,54	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	3,96	364,30	--	--



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 91 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

13	1,69	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	3,22	364,30	--	--
14	1,83	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	2,69	364,30	--	--
15	1,97	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	2,29	364,30	--	--
16	2,11	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	1,99	364,30	--	--
17	2,26	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	1,74	364,30	--	--
18	2,40	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	0,00	-1381,11	1,54	364,30	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
19	0,00	1,00, 1,00	0,000000	0,000000	0	0	0	0
20	0,15	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	21	0	730	875
21	0,30	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	52	0	-692	2131
22	0,45	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	101	0	-1337	4118
23	0,60	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	202	0	-2687	8278
24	0,73	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	306	0	-4066	12525
25	0,87	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	374	0	-4968	15302
26	1,00	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	415	0	-5508	16968
27	1,13	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	431	7	-5724	17632
28	1,27	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	420	39	-5570	17159
29	1,40	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	371	71	-4918	15150
30	1,54	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	320	48	-4245	13075
31	1,69	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	328	24	-4347	13389
32	1,83	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	365	8	-4843	14917
33	1,97	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	424	0	-5622	17319
34	2,11	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	510	0	-6773	20863
35	2,26	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	644	0	-8544	26319
36	2,40	1,00, 1,00	0,003801	0,001901	898	0	-11912	36696



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 92 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### VERIFICHE A TAGLIO

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate per la struttura in esame sono riepilogati nella seguente tabella.

Verifica a taglio (per metro lineare di sviluppo longitudinale)						
Sezione	$V_{Ed}$	b	h	$V_{Rd}$	ESITO	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
Paramento	270	100	110	413	verificato	$\Phi 12/40 \times 40$
Fondazione	450	100	130	640	verificato	$\Phi 16/20$

**2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**
**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 93 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

**11.3.6 Verifiche strutturali pali di fondazione**

Di seguito si riportano le verifiche strutturali dei pali:

Inviluppo verifiche fila di pali nr. 1

Nr.	Y	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	0,010857	964,64	-548,42	835,27	1,11
2	0,35	0,010857	900,54	-687,04	835,27	1,37
3	0,70	0,010857	804,19	-906,43	835,27	1,78
4	1,05	0,010857	643,99	-1297,92	835,27	2,47
5	1,40	0,010857	336,76	-2145,35	835,27	3,79
6	1,75	0,010857	133,54	-3215,08	835,27	4,19
7	2,10	0,010857	375,87	-2023,07	835,27	2,98
8	2,45	0,010857	88,75	-1471,47	835,27	2,44
9	2,80	0,010857	453,41	-1204,84	835,27	2,15
10	3,15	0,010857	704,45	-1053,74	835,27	1,99
11	3,50	0,010857	841,22	-961,50	835,27	1,91
12	3,85	0,010857	859,40	-903,88	835,27	1,87
13	4,20	0,010857	870,16	-868,84	835,27	1,87
14	4,55	0,010857	875,46	-849,81	835,27	1,90
15	4,90	0,010857	876,44	-842,99	835,27	1,96
16	5,25	0,010857	873,86	-846,13	835,27	2,05
17	5,60	0,010857	868,14	-857,91	835,27	2,16
18	5,95	0,010857	859,53	-877,67	835,27	2,31
19	6,30	0,004580	379,40	-408,79	493,50	1,11
20	6,65	0,004580	372,61	-424,60	493,50	1,21
21	7,00	0,004580	364,36	-444,36	493,50	1,33
22	7,35	0,004580	356,58	-464,85	493,50	1,49
23	7,70	0,004580	350,64	-484,06	493,50	1,70
24	8,05	0,004580	344,20	-506,52	493,50	1,98
25	8,40	0,004580	337,59	-532,20	493,50	2,35
26	8,75	0,004580	331,27	-561,26	493,50	2,86
27	9,10	0,004580	305,77	-594,17	493,50	3,61
28	9,45	0,004580	244,24	-632,15	493,50	4,81
29	9,80	0,004580	187,02	-678,41	493,50	7,00
30	10,15	0,004580	134,19	-662,00	493,50	12,07
31	10,50	0,004580	85,48	-496,97	493,50	17,10
32	10,85	0,004580	48,45	-496,36	493,50	17,09
33	11,20	0,004580	21,85	-363,60	493,50	17,07
34	11,55	0,004580	1,75	2089,06	493,50	17,05
35	11,90	0,004580	6,04	4622,94	493,50	17,02
36	12,25	0,004580	10,51	6612,06	493,50	16,98
37	12,60	0,004580	10,78	8281,60	493,50	16,95
38	12,95	0,004580	8,40	9129,13	493,50	16,93
39	13,30	0,004580	4,84	9257,45	493,50	16,92
40	13,65	0,004580	1,57	9331,86	493,50	16,91
41	14,00	0,004580	0,00	9357,38	493,50	16,90

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 94 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### Inviluppo verifiche fila di pali nr. 2

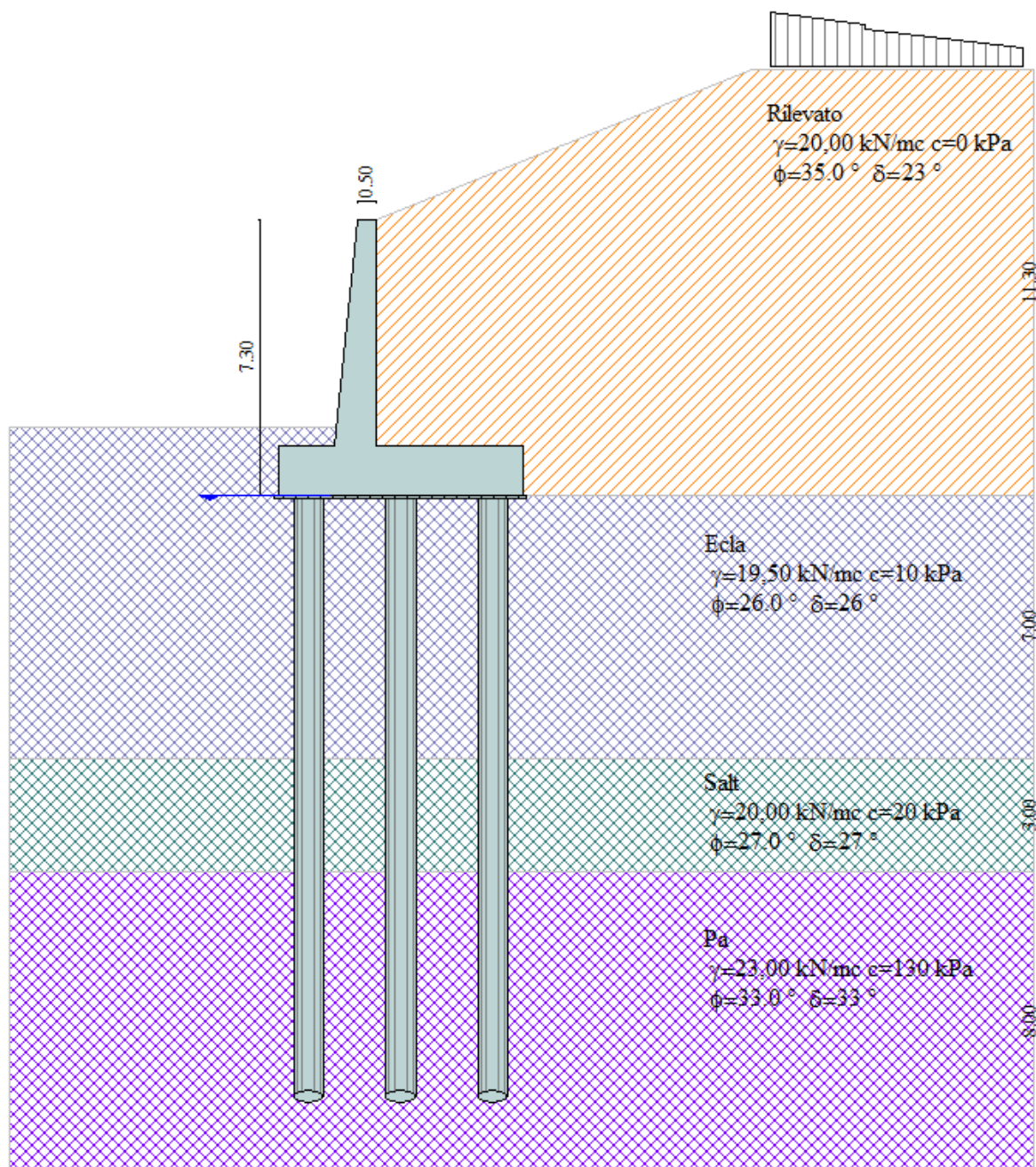
Nr.	Y	A <sub>f</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	0,009953	1569,27	3685,50	877,34	1,74
2	0,35	0,009953	1519,69	4837,84	877,34	2,27
3	0,70	0,009953	1394,80	6056,78	877,34	2,97
4	1,05	0,009953	1089,71	7538,53	877,34	3,97
5	1,40	0,009953	481,63	9249,24	877,34	5,07
6	1,75	0,009953	92,99	10911,53	877,34	5,12
7	2,10	0,009953	168,76	9803,44	877,34	4,49
8	2,45	0,009953	62,63	8349,71	877,34	3,84
9	2,80	0,009953	322,48	7413,85	877,34	3,41
10	3,15	0,009953	519,32	6836,56	877,34	3,15
11	3,50	0,009953	653,38	6497,20	877,34	3,00
12	3,85	0,009953	733,26	6321,92	877,34	2,92
13	4,20	0,009953	782,50	6266,78	877,34	2,90
14	4,55	0,009953	808,61	6306,02	877,34	2,92
15	4,90	0,009953	817,15	6423,46	877,34	2,98
16	5,25	0,009953	811,73	6610,73	877,34	3,07
17	5,60	0,009953	795,01	6859,39	877,34	3,19
18	5,95	0,009953	768,98	7166,40	877,34	3,34
19	6,30	0,009953	735,01	7527,33	877,34	3,51
20	6,65	0,009953	694,77	7938,04	877,34	3,71
21	7,00	0,009953	649,21	8394,13	877,34	3,94
22	7,35	0,009953	599,35	8878,57	877,34	4,18
23	7,70	0,009953	536,24	9373,07	877,34	4,44
24	8,05	0,009953	471,29	9881,02	877,34	4,71
25	8,40	0,009953	406,54	10388,12	877,34	4,99
26	8,75	0,009953	343,51	10885,83	877,34	5,26
27	9,10	0,009953	283,30	11138,47	877,34	5,42
28	9,45	0,009953	226,58	11216,57	877,34	5,50
29	9,80	0,009953	173,73	11288,46	877,34	5,59
30	10,15	0,009953	124,83	11354,33	877,34	5,67
31	10,50	0,009953	71,36	11400,50	877,34	5,74
32	10,85	0,009953	2,56	11427,95	877,34	5,80
33	11,20	0,009953	19,11	11433,39	877,34	5,83
34	11,55	0,009953	1,29	11418,87	877,34	5,87
35	11,90	0,009953	5,66	11414,46	877,34	5,92
36	12,25	0,009953	9,87	11417,55	877,34	5,97
37	12,60	0,009953	10,14	11425,63	877,34	6,03
38	12,95	0,009953	7,91	11436,27	877,34	6,09
39	13,30	0,009953	4,57	11447,05	877,34	6,16
40	13,65	0,009953	1,48	11455,54	877,34	6,23
41	14,00	0,009953	0,00	11459,22	877,34	6,30

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 95 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

## 11.4 RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI DI SOTTOSCARPA TIPO 3

### 11.4.1 Modelli di calcolo

Di seguito si riportano i principali risultati delle analisi svolte sul muro su pali. Per ulteriori dettagli si rimanda ai tabulati in allegato.



*Modello di calcolo muro su PALI*

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

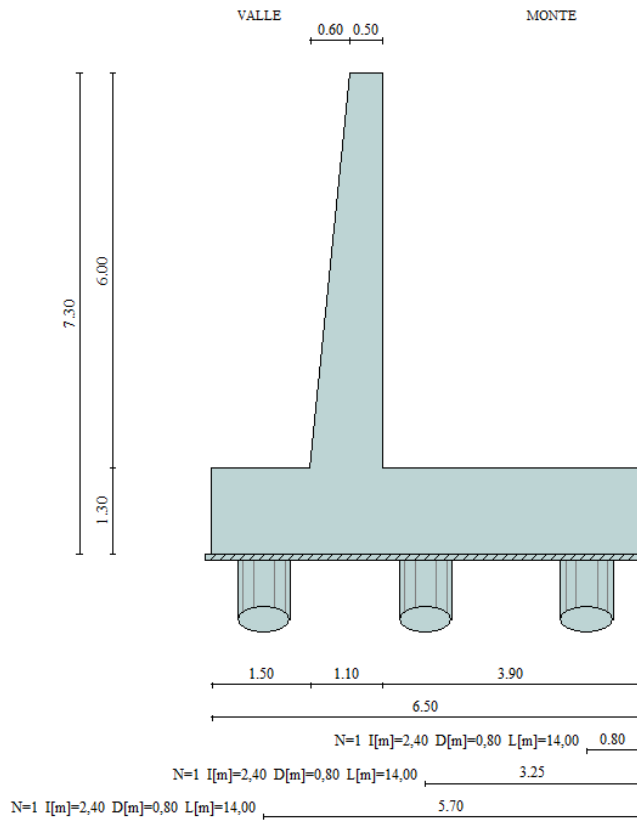
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 96 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------



Geometria muro



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 97 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### 11.4.2 Sollecitazioni di calcolo

Si riportano di seguito in forma tabellare i valori delle spinte di natura statica e sismica per le combinazioni analizzate. Il programma di calcolo in automatico andrà a ripartire tali azione sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di Taglio, Momento e sforzo normale. Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidità. La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati a tale piastra.

Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidità del palo  $K_e$ , costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo. Nota la matrice di rigidità di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni  $3 \times 3$ ) della palificata,  $K$ . A questo punto, note le forze agenti in fondazione (N, T, M) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con  $p$  il vettore dei carichi e con  $u$  il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo., le caratteristiche del terreno (rappresentate da  $K_h$ ) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per rottura del terreno.

In tale analisi i pali sono considerati incastrati alla fondazione di base.

Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--	379,4786	0,0000
2	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--	397,0067	0,0000
3	STAB - [1]	--	--	--	--	2,37	397,0067	0,0000
4	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	261,0224	322,6971
5	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	261,0224	282,4810
6	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	--	339,6382	375,8776
7	A2-M2 - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	--	339,6382	324,1543
8	STAB - [3]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	<b>1,66</b>	339,6382	375,8776
9	STAB - [3]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1,74	339,6382	324,1543
10	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--	255,3344	0,0000
11	SLEF - [1]	--	--	--	--	--	280,4739	0,0000
12	SLER - [1]	--	--	--	--	--	290,3502	0,0000

Azioni risultanti sul muro

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 98 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### Inviluppo sollecitazioni nei pali

- Nr. numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione  
 Y ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])  
 M momento flettente espresso in [kNm]  
 N sforzo normale espresso in [kN]  
 T taglio espresso in [kN]  
 M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [kNm]  
 N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
 T<sub>u</sub> taglio ultimo espresso in [kN]  
 CS coefficiente di sicurezza

### Inviluppo sollecitazioni fila di pali n 1

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	253,8816	913,8431	172,8708	691,8038	-670,0683	722,1871
2	0,35	196,9048	675,2398	142,5815	651,7772	-661,5497	725,8903
3	0,70	147,0013	447,1178	123,1095	611,5880	-652,3884	729,5002
4	1,05	103,9130	233,0620	104,6991	560,6995	-642,5845	733,0168
5	1,40	35,5714	85,9969	87,5801	498,6551	-632,1378	736,4402
6	1,75	-137,7121	41,0213	71,9021	424,9984	-621,0485	739,7703
7	2,10	-286,4615	11,4495	57,7472	339,2729	-609,3165	743,0072
8	2,45	-405,2070	-8,7620	45,1423	241,4887	-596,9418	746,1509
9	2,80	-489,7281	-24,5618	34,0698	157,4509	-583,9245	749,2013
10	3,15	-544,8359	-36,4862	24,4774	87,0334	-570,2644	752,1585
11	3,50	-575,2976	-45,0533	16,2864	29,0523	-555,9617	755,0224
12	3,85	-585,4659	-50,7535	-17,7446	11,0386	-541,0163	757,7931
13	4,20	-579,2553	-54,0432	-54,6335	3,7055	-525,4282	760,4706
14	4,55	-560,1336	-55,3401	-82,8779	-0,9123	-509,1975	763,0548
15	4,90	-531,1263	-55,0208	-103,7007	-4,5747	-492,3240	765,5457
16	5,25	-494,8310	-53,4197	-118,2622	-7,4018	-474,8079	767,9434
17	5,60	-453,4392	-50,8291	-127,6440	-9,5101	-456,6491	770,2479
18	5,95	-408,7638	-47,5005	-132,8379	-11,0107	-437,8476	772,4591
19	6,30	-362,2706	-43,6468	-134,7381	-12,0075	-418,4034	774,5771
20	6,65	-315,1122	-39,4442	-134,1376	-12,5958	-398,3166	776,6019
21	7,00	-268,1641	-35,0356	-131,7266	-12,8619	-377,5870	778,5334
22	7,35	-222,0597	-30,5340	-122,3981	-12,9150	-343,9395	778,5906
23	7,70	-179,2204	-26,0137	-111,1811	-12,5095	-309,5513	778,5405
24	8,05	-140,3070	-21,6354	-99,0867	-11,7919	-274,4225	778,3828
25	8,40	-105,6267	-17,5082	-86,9075	-10,8840	-238,5530	778,1177
26	8,75	-75,2091	-13,6988	-75,2411	-9,8844	-201,9428	777,7452
27	9,10	-48,8747	-10,2393	-64,5140	-8,8706	-164,5920	777,2652
28	9,45	-26,2948	-7,1346	-55,0046	-7,9003	-126,5005	776,6777
29	9,80	-7,0432	-4,3695	-46,8637	-7,0141	-87,6684	775,9828
30	10,15	-2,0521	9,3591	-29,0005	-4,9507	-52,3881	775,8032
31	10,50	-0,1818	19,5093	-14,7577	-3,2066	-42,6945	776,3025
32	10,85	0,9405	24,6745	-3,8567	-1,7860	-37,8179	776,6329
33	11,20	1,5656	26,0244	-0,7066	4,0611	-32,9174	776,7943
34	11,55	1,8022	24,6030	0,1453	9,3771	-27,9929	776,7867
35	11,90	1,7514	21,3210	0,7047	12,4537	-23,0446	776,6101
36	12,25	1,5047	16,9622	1,0275	13,6063	-18,0724	776,2646
37	12,60	1,1451	12,2000	1,1360	13,0870	-13,0762	775,7500
38	12,95	0,7475	7,6196	1,0470	11,0781	-8,0562	775,0665
39	13,30	0,3810	3,7422	0,7720	7,6952	-3,0123	774,2140
40	13,65	0,1109	1,0489	0,3167	2,9969	2,0556	773,1925
41	14,00	0,0000	0,0000	0,3167	2,9969	7,1473	772,0021

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 99 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	---------------------------

### Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 2

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	253,8816	913,8431	172,8708	691,8038	738,3924	945,1935
2	0,35	196,9048	675,2398	142,5815	651,7772	741,6496	948,2110
3	0,70	147,0013	447,1178	123,1095	611,5880	744,7455	951,0305
4	1,05	103,9130	233,0620	104,6991	560,6995	747,6800	953,6519
5	1,40	35,5714	85,9969	87,5801	498,6551	750,4530	956,0754
6	1,75	-137,7121	41,0213	71,9021	424,9984	753,0648	958,3008
7	2,10	-286,4615	11,4495	57,7472	339,2729	755,5151	960,3282
8	2,45	-405,2070	-8,7620	45,1423	241,4887	757,8040	962,1575
9	2,80	-489,7281	-24,5618	34,0698	157,4509	759,9316	963,7889
10	3,15	-544,8359	-36,4862	24,4774	87,0334	761,8977	965,2222
11	3,50	-575,2976	-45,0533	16,2864	29,0523	763,7025	966,4575
12	3,85	-585,4659	-50,7535	-17,7446	11,0386	765,3459	967,4947
13	4,20	-579,2553	-54,0432	-54,6335	3,7055	766,8279	968,3340
14	4,55	-560,1336	-55,3401	-82,8779	-0,9123	768,1485	968,9752
15	4,90	-531,1263	-55,0208	-103,7007	-4,5747	769,3078	969,4184
16	5,25	-494,8310	-53,4197	-118,2622	-7,4018	770,3056	969,6636
17	5,60	-453,4392	-50,8291	-127,6440	-9,5101	771,1421	969,7107
18	5,95	-408,7638	-47,5005	-132,8379	-11,0107	771,8172	969,5599
19	6,30	-362,2706	-43,6468	-134,7381	-12,0075	772,3309	969,2110
20	6,65	-315,1122	-39,4442	-134,1376	-12,5958	772,6832	968,6641
21	7,00	-268,1641	-35,0356	-131,7266	-12,8619	772,8741	967,9191
22	7,35	-222,0597	-30,5340	-122,3981	-12,9150	769,8212	963,1939
23	7,70	-179,2204	-26,0137	-111,1811	-12,5095	766,5822	958,2404
24	8,05	-140,3070	-21,6354	-99,0867	-11,7919	763,1573	953,0587
25	8,40	-105,6267	-17,5082	-86,9075	-10,8840	759,5464	947,6489
26	8,75	-75,2091	-13,6988	-75,2411	-9,8844	755,7495	942,0108
27	9,10	-48,8747	-10,2393	-64,5140	-8,8706	751,7666	936,1445
28	9,45	-26,2948	-7,1346	-55,0046	-7,9003	747,5977	930,0499
29	9,80	-7,0432	-4,3695	-46,8637	-7,0141	743,2429	923,7272
30	10,15	-2,0521	9,3591	-29,0005	-4,9507	739,7799	918,4988
31	10,50	-0,1818	19,5093	-14,7577	-3,2066	737,4921	914,7124
32	10,85	0,9405	24,6745	-3,8567	-1,7860	734,9118	910,5671
33	11,20	1,5656	26,0244	-0,7066	4,0611	732,0390	906,0630
34	11,55	1,8022	24,6030	0,1453	9,3771	728,8738	901,2000
35	11,90	1,7514	21,3210	0,7047	12,4537	725,4161	895,9781
36	12,25	1,5047	16,9622	1,0275	13,6063	721,6660	890,3973
37	12,60	1,1451	12,2000	1,1360	13,0870	717,6233	884,4577
38	12,95	0,7475	7,6196	1,0470	11,0781	713,2882	878,1592
39	13,30	0,3810	3,7422	0,7720	7,6952	708,6606	871,5019
40	13,65	0,1109	1,0489	0,3167	2,9969	703,7406	864,4856
41	14,00	0,0000	0,0000	0,3167	2,9969	698,5281	857,1105

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 100 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 3

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	253,8816	913,8431	172,8708	691,8038	780,2604	2377,0566
2	0,35	196,9048	675,2398	142,5815	651,7772	783,9240	2378,4141
3	0,70	147,0013	447,1178	123,1095	611,5880	787,4882	2379,3200
4	1,05	103,9130	233,0620	104,6991	560,6995	790,9531	2379,7742
5	1,40	35,5714	85,9969	87,5801	498,6551	794,3188	2379,7767
6	1,75	-137,7121	41,0213	71,9021	424,9984	797,5851	2379,3274
7	2,10	-286,4615	11,4495	57,7472	339,2729	800,7521	2378,4265
8	2,45	-405,2070	-8,7620	45,1423	241,4887	803,8199	2377,0739
9	2,80	-489,7281	-24,5618	34,0698	157,4509	806,7883	2375,2695
10	3,15	-544,8359	-36,4862	24,4774	87,0334	809,6575	2373,0135
11	3,50	-575,2976	-45,0533	16,2864	29,0523	812,4274	2370,3057
12	3,85	-585,4659	-50,7535	-17,7446	11,0386	815,0979	2367,1463
13	4,20	-579,2553	-54,0432	-54,6335	3,7055	817,6692	2363,5352
14	4,55	-560,1336	-55,3401	-82,8779	-0,9123	820,1412	2359,4723
15	4,90	-531,1263	-55,0208	-103,7007	-4,5747	822,5139	2354,9578
16	5,25	-494,8310	-53,4197	-118,2622	-7,4018	824,7872	2349,9915
17	5,60	-453,4392	-50,8291	-127,6440	-9,5101	826,9613	2344,5736
18	5,95	-408,7638	-47,5005	-132,8379	-11,0107	829,0361	2338,7039
19	6,30	-362,2706	-43,6468	-134,7381	-12,0075	831,0116	2332,3825
20	6,65	-315,1122	-39,4442	-134,1376	-12,5958	832,8878	2325,6095
21	7,00	-268,1641	-35,0356	-131,7266	-12,8619	834,6647	2318,3847
22	7,35	-222,0597	-30,5340	-122,3981	-12,9150	834,4458	2302,0807
23	7,70	-179,2204	-26,0137	-111,1811	-12,5095	834,1124	2285,2561
24	8,05	-140,3070	-21,6354	-99,0867	-11,7919	833,6645	2267,9109
25	8,40	-105,6267	-17,5082	-86,9075	-10,8840	833,1023	2250,0452
26	8,75	-75,2091	-13,6988	-75,2411	-9,8844	832,4256	2231,6588
27	9,10	-48,8747	-10,2393	-64,5140	-8,8706	831,6345	2212,7520
28	9,45	-26,2948	-7,1346	-55,0046	-7,9003	830,7289	2193,3245
29	9,80	-7,0432	-4,3695	-46,8637	-7,0141	829,7089	2173,3765
30	10,15	-2,0521	9,3591	-29,0005	-4,9507	829,2377	2155,9249
31	10,50	-0,1818	19,5093	-14,7577	-3,2066	829,4895	2141,7623
32	10,85	0,9405	24,6745	-3,8567	-1,7860	829,5613	2126,7812
33	11,20	1,5656	26,0244	-0,7066	4,0611	829,4532	2110,9815
34	11,55	1,8022	24,6030	0,1453	9,3771	829,1652	2094,3632
35	11,90	1,7514	21,3210	0,7047	12,4537	828,6972	2076,9263
36	12,25	1,5047	16,9622	1,0275	13,6063	828,0493	2058,6708
37	12,60	1,1451	12,2000	1,1360	13,0870	827,2214	2039,5967
38	12,95	0,7475	7,6196	1,0470	11,0781	826,2135	2019,7040
39	13,30	0,3810	3,7422	0,7720	7,6952	825,0257	1998,9927
40	13,65	0,1109	1,0489	0,3167	2,9969	823,6580	1977,4628
41	14,00	0,0000	0,0000	0,3167	2,9969	822,1103	1955,1143

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 101 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 11.4.3 Armature di progetto

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative :

Elemento	Armatura a flessione	
	Af 1	Af 2
PARAMENTO	1 $\phi$ 22/10	1 $\phi$ 22/20
FONDAZIONE	1 $\phi$ 24/20	1 $\phi$ 24/10

**Af1 : Armatura lato monte, Armatura inferiore fondazione**

**Af2 : Armatura lato valle, Armatura superiore fondazione**

**Aft : Armatura lato interno**

Per i pali invece sono previsti:

- $0 < z < 7\text{m}$  : 24  $\Phi$ 24 e staffa a spirale  $\Phi$ 12/10
- $7\text{m} < z < 16\text{m}$ : 18 $\Phi$ 18 e staffa a spirale  $\Phi$ 12/20

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per la parte in elevazione (paramento e fondazione muro) ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm, mentre per i pali si è assunto un copriferro di calcolo pari a 7 cm.

### 11.4.4 Verifiche capacità portante

Nel seguito si riportano i risultati riguardanti la valutazione della lunghezza minima dei pali necessaria al soddisfacimento delle verifiche di capacità portante.

In particolare da un confronto tra i valori massimi degli sforzi normali massimi attesi e le curve di capacità portante presentate al paragrafo dedicato con riferimento ai pali di diametro D800 si è ottenuto

$N_{Ed,Max} = 2377\text{ kN}$  (Compressione),  $N_{Ed,Min} = -670\text{ kN}$  (Trazione)

In definitiva si è assunto per il muro tipo 1 **Lpali = 14.00m**.

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 102 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

## 11.4.5 Verifiche strutturali paramento e fondazione (SLU – SLE)

### Verifiche strutturali per paramento e fondazione

Di seguito si riporta l'involuppo delle sollecitazioni nel paramento e nella fondazione ed i risultati della verifica a pressoflessione degli stessi.

#### Involuppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Involuppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,30	3,7873	3,7873	0,0060	1,9604	0,3418	13,3875
3	0,60	7,7941	7,7941	0,1586	7,9958	1,3673	27,5568
4	0,90	12,0205	12,0205	0,6594	18,3373	3,0764	42,5077
5	1,20	16,4663	16,4663	1,7104	33,2163	5,4691	58,2404
6	1,50	21,1317	21,1317	3,5133	52,8638	8,5455	74,7548
7	1,80	26,0166	26,0166	6,2699	77,5111	12,3056	92,0510
8	2,10	31,1210	31,1210	10,1819	107,3895	16,7492	110,1288
9	2,40	36,4449	36,4449	15,4512	142,7300	21,8765	128,9884
10	2,70	41,9883	41,9883	22,2795	183,7640	27,6875	148,6297
11	3,00	47,7512	47,7512	30,8686	230,7226	34,1821	169,0527
12	3,30	53,7337	53,7337	41,4204	283,8370	41,3604	190,2575
13	3,60	59,9356	59,9356	54,1365	343,3385	49,2222	212,2439
14	3,90	66,3571	66,3571	69,2188	409,4583	57,7678	235,0121
15	4,20	72,9981	72,9981	86,8690	482,4275	66,9969	258,5620
16	4,50	79,8586	79,8586	107,2890	562,4773	76,9097	282,8937
17	4,80	86,9386	86,9386	130,6805	649,8391	87,5062	308,0070
18	5,10	94,2382	94,2382	157,2453	744,7440	98,7863	333,9021
19	5,40	101,7572	101,7572	187,1852	847,4231	110,7500	360,5789
20	5,70	109,4958	109,4958	220,7020	958,1078	123,3974	388,0374
21	6,00	117,4539	117,4539	257,9887	1077,0199	136,6191	416,1626

#### Involuppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,30	3,7873	3,7873	-0,0019	-0,0019	0,2629	0,2629
3	0,60	7,7941	7,7941	0,0955	0,0955	1,0518	1,0518
4	0,90	12,0205	12,0205	0,4465	0,4465	2,3665	2,3665



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da I+190.75 a I+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 103 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

5	1,20	16,4663	16,4663	1,2056	1,2056	4,2070	4,2070	
6	1,50	21,1317	21,1317	2,5273	2,5273	6,5735	6,5735	
7	1,80	26,0166	26,0166	4,5660	4,5660	9,4658	9,4658	
8	2,10	31,1210	31,1210	7,4763	7,4763	12,8840	12,8840	
9	2,40	36,4449	36,4449	11,4124	11,4124	16,8281	16,8281	
10	2,70	41,9883	41,9883	16,5290	16,5290	21,2981	21,2981	
11	3,00	47,7512	47,7512	22,9804	22,9804	26,2939	26,2939	
12	3,30	53,7337	53,7337	30,9212	30,9212	31,8157	31,8157	
13	3,60	59,9356	59,9356	40,5057	40,5057	37,8633	37,8633	
14	3,90	66,3571	66,3571	51,8884	51,8884	44,4367	44,4367	
15	4,20	72,9981	72,9981	65,2238	65,2238	51,5361	51,5361	
16	4,50	79,8586	79,8586	80,6664	80,6664	59,1613	59,1613	
17	4,80	86,9386	86,9386	98,3705	98,3705	67,3125	67,3125	
18	5,10	94,2382	94,2382	118,4907	118,4907	75,9895	75,9895	
19	5,40	101,7572	101,7572	141,1814	141,1814	85,1923	85,1923	
20	5,70	109,4958	109,4958	166,5970	166,5970	94,9211	94,9211	
21	6,00	117,4539	117,4539	194,8853	194,8853	105,0916	105,0916	

### Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,003801	0,001901	0,00	0,00	1000,00	255,38	--	--
2	0,30	1,00, 0,53	0,003801	0,001901	1864,08	-12,99	492,19	263,45	--	--
3	0,60	1,00, 0,56	0,003801	0,001901	884,01	-167,60	113,42	271,38	--	--
4	0,90	1,00, 0,59	0,003801	0,001901	591,98	-433,35	49,25	279,18	--	--
5	1,20	1,00, 0,62	0,003801	0,001901	459,01	-731,13	27,88	286,87	--	--
6	1,50	1,00, 0,65	0,003801	0,001901	383,09	-958,35	18,13	294,44	--	--
7	1,80	1,00, 0,68	0,003801	0,001901	334,07	-995,28	12,84	301,92	--	--
8	2,10	1,00, 0,71	0,003801	0,001901	299,85	-1034,71	9,64	309,31	--	--
9	2,40	1,00, 0,74	0,003801	0,001901	274,66	-1075,65	7,54	316,63	--	--
10	2,70	1,00, 0,77	0,003801	0,001901	255,36	-1117,58	6,08	323,86	--	--
11	3,00	1,00, 0,80	0,003801	0,001901	240,12	-1160,18	5,03	331,03	--	--
12	3,30	1,00, 0,83	0,003801	0,001901	227,79	-1203,27	4,24	338,14	--	--
13	3,60	1,00, 0,86	0,003801	0,001901	217,64	-1246,74	3,63	345,19	--	--
14	3,90	1,00, 0,89	0,003801	0,001901	209,14	-1290,50	3,15	352,19	--	--
15	4,20	1,00, 0,92	0,003801	0,001901	201,93	-1334,48	2,77	359,14	--	--
16	4,50	1,00, 0,95	0,003801	0,001901	195,74	-1378,65	2,45	366,05	--	--
17	4,80	1,00, 0,98	0,003801	0,001901	190,37	-1422,97	2,19	372,91	--	--
18	5,10	1,00, 1,01	0,003801	0,001901	185,68	-1467,41	1,97	379,74	--	--
19	5,40	1,00, 1,04	0,003801	0,001901	181,55	-1511,96	1,78	386,54	--	--
20	5,70	1,00, 1,07	0,003801	0,001901	177,89	-1556,59	1,62	393,30	--	--
21	6,00	1,00, 1,10	0,003801	0,001901	174,63	-1601,31	1,49	400,04	--	--

### Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,003801	0,001901	0	0	0	0
2	0,30	1,00, 0,53	0,003801	0,001901	7	1	-85	-101
3	0,60	1,00, 0,56	0,003801	0,001901	15	2	-148	-217
4	0,90	1,00, 0,59	0,003801	0,001901	26	5	-171	-371
5	1,20	1,00, 0,62	0,003801	0,001901	40	8	-138	-580
6	1,50	1,00, 0,65	0,003801	0,001901	60	12	-41	-852
7	1,80	1,00, 0,68	0,003801	0,001901	85	17	176	-1213
8	2,10	1,00, 0,71	0,003801	0,001901	120	22	627	-1695
9	2,40	1,00, 0,74	0,003801	0,001901	164	28	1380	-2300
10	2,70	1,00, 0,77	0,003801	0,001901	217	34	2470	-3023
11	3,00	1,00, 0,80	0,003801	0,001901	278	40	3909	-3859
12	3,30	1,00, 0,83	0,003801	0,001901	348	47	5708	-4803
13	3,60	1,00, 0,86	0,003801	0,001901	425	54	7873	-5854
14	3,90	1,00, 0,89	0,003801	0,001901	509	61	10412	-7010
15	4,20	1,00, 0,92	0,003801	0,001901	602	68	13331	-8269
16	4,50	1,00, 0,95	0,003801	0,001901	701	76	16636	-9630



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 104 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

17	4,80	1,00, 0,98	0,003801	0,001901	808	83	20331	-11091
18	5,10	1,00, 1,01	0,003801	0,001901	922	91	24423	-12651
19	5,40	1,00, 1,04	0,003801	0,001901	1042	99	28916	-14307
20	5,70	1,00, 1,07	0,003801	0,001901	1169	107	33813	-16059
21	6,00	1,00, 1,10	0,003801	0,001901	1303	116	39115	-17903

### Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	4294,44	1440,57	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	4294,44	278,59	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	4294,44	53,07	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	4294,44	41,19	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	4294,44	26,94	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	4294,44	17,12	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	4294,44	10,95	443,84	--	--
8	1,50	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	4294,44	4,82	443,84	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
9	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	1	6	28	82
10	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	15	13	467	520
11	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	51	37	1155	2859
12	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	82	68	2487	3983
13	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	150	144	4550	-2096
14	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	237	220	7163	-3300
15	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	375	292	11334	-5222
16	1,50	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	884	284	26734	-12317

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	4294,44	1000,00	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	359,13	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	94,32	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	40,83	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	21,49	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	13,14	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	8,88	443,84	--	--
8	1,41	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	6,34	443,84	--	--
9	1,61	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	4,78	443,84	--	--
10	1,82	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	3,80	443,84	--	--
11	2,03	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	3,13	443,84	--	--
12	2,23	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	2,63	443,84	--	--
13	2,44	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	2,25	443,84	--	--
14	2,64	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	1,95	443,84	--	--
15	2,85	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	1,70	443,84	--	--
16	3,05	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	1,51	443,84	--	--
17	3,25	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	1,38	443,84	--	--
18	3,45	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	1,28	443,84	--	--
19	3,65	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	1,20	443,84	--	--





## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 105 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

20	3,90	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	0,00	-2191,02	1,08	443,84	--	--
----	------	------------	----------	----------	------	----------	------	--------	----	----

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
21	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	2	0	69	-32
22	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	16	0	-217	915
23	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	68	0	-900	3798
24	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	132	2	-1760	7426
25	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	147	23	-1952	8237
26	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	123	52	-1639	6918
27	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	48	89	-635	2682
28	1,41	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	49	62	1470	-677
29	1,61	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	81	28	2438	-1123
30	1,82	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	83	8	2516	-1159
31	2,03	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	62	0	1861	-857
32	2,23	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	50	0	-671	2830
33	2,44	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	110	0	-1467	6191
34	2,64	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	192	0	-2560	10805
35	2,85	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	341	0	-4544	19177
36	3,05	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	482	0	-6421	27097
37	3,25	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	558	0	-7436	31383
38	3,45	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	575	30	-7662	32336
39	3,65	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	594	124	-7917	33410
40	3,90	1,00, 1,30	0,004524	0,009048	853	113	-11355	47921

### VERIFICHE A TAGLIO

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate per la struttura in esame sono riepilogati nella seguente tabella.

Verifica a taglio (per metro lineare di sviluppo longitudinale)						
Sezione	V <sub>Ed</sub>	b	h	V <sub>Rd</sub>	ESITO	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
Paramento	416	100	110	674	verificato	Spilli Φ14/40x40
Fondazione	912	100	130	1064	verificato	Φ18/20

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 106 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 11.4.6 Verifiche strutturali pali di fondazione

Di seguito si riportano le verifiche strutturali dei pali:

#### Inviluppo verifiche fila di pali nr. 1

Nr.	Y	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	0,010857	1013,31	-271,76	835,27	1,18
2	0,35	0,010857	953,48	-350,41	835,27	1,50
3	0,70	0,010857	855,25	-491,47	835,27	2,04
4	1,05	0,010857	669,05	-806,62	835,27	3,06
5	1,40	0,010857	200,52	-2045,56	835,27	5,64
6	1,75	0,010857	509,31	-1502,14	835,27	4,04
7	2,10	0,010857	78,77	-796,25	835,27	2,83
8	2,45	0,010857	137,71	-577,43	835,27	2,29
9	2,80	0,010857	379,51	-475,26	835,27	2,03
10	3,15	0,010857	556,19	-419,57	835,27	1,87
11	3,50	0,010857	667,56	-387,58	835,27	1,80
12	3,85	0,010857	730,97	-369,76	835,27	1,78
13	4,20	0,010857	765,07	-361,56	835,27	1,80
14	4,55	0,010857	777,01	-360,60	835,27	1,87
15	4,90	0,010857	771,68	-365,70	835,27	1,96
16	5,25	0,010857	752,64	-376,33	835,27	2,09
17	5,60	0,010857	722,62	-392,52	835,27	2,27
18	5,95	0,010857	683,70	-414,73	835,27	2,49
19	6,30	0,010857	637,59	-443,99	835,27	2,77
20	6,65	0,010857	581,55	-482,04	835,27	3,12
21	7,00	0,010857	517,09	-531,84	835,27	3,55
22	7,35	0,004580	359,41	-271,35	493,50	1,86
23	7,70	0,004580	307,16	-309,13	493,50	2,21
24	8,05	0,004580	256,27	-358,50	493,50	2,69
25	8,40	0,004580	208,04	-424,68	493,50	3,37
26	8,75	0,004580	163,28	-517,15	493,50	4,36
27	9,10	0,004580	122,41	-655,41	493,50	5,98
28	9,45	0,004580	85,54	-887,16	493,50	9,02
29	9,80	0,004580	52,53	-1369,18	493,50	12,02
30	10,15	0,004580	23,06	-1134,91	493,50	12,05
31	10,50	0,004580	0,94	-504,32	493,50	12,05
32	10,85	0,004580	11,32	-168,46	493,50	12,04
33	11,20	0,004580	18,84	17,14	493,50	12,03
34	11,55	0,004580	21,68	-612,55	493,50	12,03
35	11,90	0,004580	21,08	-591,69	493,50	12,03
36	12,25	0,004580	18,12	-585,78	493,50	12,04
37	12,60	0,004580	13,80	-587,95	493,50	12,05
38	12,95	0,004580	9,02	-582,42	493,50	12,07
39	13,30	0,004580	4,60	-480,57	493,50	12,08
40	13,65	0,004580	1,34	3048,03	493,50	12,10
41	14,00	0,004580	0,00	9357,38	493,50	12,12

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 107 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Inviluppo verifiche fila di pali nr. 2

Nr.	Y	A <sub>f</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	0,009425	1306,86	1121,80	707,07	1,47
2	0,35	0,009425	1374,54	1606,13	707,07	2,10
3	0,70	0,009425	1326,56	2623,64	707,07	3,39
4	1,05	0,009425	1126,98	5136,57	707,07	6,16
5	1,40	0,009425	423,48	9113,71	707,07	11,42
6	1,75	0,009425	491,27	7453,59	707,07	8,41
7	2,10	0,009425	61,30	4424,79	707,07	5,26
8	2,45	0,009425	126,36	3113,72	707,07	3,78
9	2,80	0,009425	348,61	2527,93	707,07	3,07
10	3,15	0,009425	511,34	2243,17	707,07	2,71
11	3,50	0,009425	621,15	2114,37	707,07	2,55
12	3,85	0,009425	680,88	2079,30	707,07	2,50
13	4,20	0,009425	712,99	2112,67	707,07	2,53
14	4,55	0,009425	724,30	2204,15	707,07	2,63
15	4,90	0,009425	719,41	2351,26	707,07	2,80
16	5,25	0,009425	701,65	2561,10	707,07	3,03
17	5,60	0,009425	673,51	2837,31	707,07	3,34
18	5,95	0,009425	636,97	3194,31	707,07	3,75
19	6,30	0,009425	592,35	3651,87	707,07	4,24
20	6,65	0,009425	535,70	4211,67	707,07	4,84
21	7,00	0,009425	476,29	4892,80	707,07	5,54
22	7,35	0,009425	416,50	5662,20	707,07	6,35
23	7,70	0,009425	356,10	6541,01	707,07	7,30
24	8,05	0,009425	297,23	7542,40	707,07	8,36
25	8,40	0,009425	241,39	8632,46	707,07	9,50
26	8,75	0,009425	189,52	9742,19	707,07	10,64
27	9,10	0,009425	142,14	10807,70	707,07	11,65
28	9,45	0,009425	99,36	11047,39	707,07	11,90
29	9,80	0,009425	61,04	11199,45	707,07	12,13
30	10,15	0,009425	24,48	11172,92	707,07	12,18
31	10,50	0,009425	1,07	11091,42	707,07	12,15
32	10,85	0,009425	13,17	11050,09	707,07	12,16
33	11,20	0,009425	21,91	11039,04	707,07	12,21
34	11,55	0,009425	25,22	11050,00	707,07	12,28
35	11,90	0,009425	24,52	11076,01	707,07	12,38
36	12,25	0,009425	21,08	11111,09	707,07	12,49
37	12,60	0,009425	16,06	11150,00	707,07	12,62
38	12,95	0,009425	10,50	11187,99	707,07	12,75
39	13,30	0,009425	5,36	11220,65	707,07	12,88
40	13,65	0,009425	1,56	11243,66	707,07	13,01
41	14,00	0,009425	0,00	11252,72	707,07	13,13

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 108 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Inviluppo verifiche fila di pali nr. 3

Nr.	Y	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	0,009425	1525,65	3828,07	877,34	1,68
2	0,35	0,009425	1447,25	5055,66	877,34	2,21
3	0,70	0,009425	1306,83	6354,43	877,34	2,93
4	1,05	0,009425	923,43	7918,81	877,34	3,96
5	1,40	0,009425	172,48	9644,52	877,34	4,68
6	1,75	0,009425	378,16	10765,22	877,34	4,54
7	2,10	0,009425	46,99	8688,67	877,34	3,67
8	2,45	0,009425	121,86	7363,47	877,34	3,10
9	2,80	0,009425	336,39	6585,07	877,34	2,77
10	3,15	0,009425	493,66	6133,36	877,34	2,58
11	3,50	0,009425	603,40	5902,51	877,34	2,49
12	3,85	0,009425	661,97	5825,28	877,34	2,46
13	4,20	0,009425	693,67	5862,64	877,34	2,48
14	4,55	0,009425	704,86	5993,90	877,34	2,54
15	4,90	0,009425	700,15	6207,93	877,34	2,64
16	5,25	0,009425	682,81	6496,64	877,34	2,76
17	5,60	0,009425	655,22	6853,64	877,34	2,92
18	5,95	0,009425	619,50	7273,71	877,34	3,11
19	6,30	0,009425	572,86	7753,15	877,34	3,32
20	6,65	0,009425	518,10	8288,87	877,34	3,56
21	7,00	0,009425	460,67	8869,67	877,34	3,83
22	7,35	0,009425	402,86	9475,74	877,34	4,12
23	7,70	0,009425	344,46	10068,82	877,34	4,41
24	8,05	0,009425	287,53	10645,57	877,34	4,69
25	8,40	0,009425	233,52	10942,64	877,34	4,86
26	8,75	0,009425	183,36	11028,37	877,34	4,94
27	9,10	0,009425	137,52	11104,67	877,34	5,02
28	9,45	0,009425	96,14	11171,88	877,34	5,09
29	9,80	0,009425	30,51	11210,78	877,34	5,17
30	10,15	0,009425	19,23	11222,42	877,34	5,21
31	10,50	0,009425	1,02	11190,98	877,34	5,23
32	10,85	0,009425	12,75	11174,47	877,34	5,25
33	11,20	0,009425	21,22	11169,60	877,34	5,29
34	11,55	0,009425	24,43	11173,49	877,34	5,34
35	11,90	0,009425	23,75	11183,42	877,34	5,38
36	12,25	0,009425	20,43	11197,03	877,34	5,44
37	12,60	0,009425	15,56	11212,24	877,34	5,50
38	12,95	0,009425	10,18	11227,16	877,34	5,56
39	13,30	0,009425	5,20	11240,02	877,34	5,62
40	13,65	0,009425	1,51	11249,12	877,34	5,69
41	14,00	0,009425	0,00	11252,72	877,34	5,76

### 11.5 VERIFICA DEL CORDOLO PER AZIONI D'URTO

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche locali dei cordoli che ospitano le barriere di sicurezza. Le azioni di progetto sono state definite secondo le indicazioni del paragrafo 3.6.3.3.2 delle NTC08. Il carico di progetto è costituito da una forza orizzontale di  $F=100$  KN, applicata alla quota minima fra 1,0 m sopra il piano di marcia e 100 mm sotto la sommità della barriera.

Nel caso in esame si assume che la forza agisca ad una distanza  $d= 0.90$  m dalla base della barriera. Lo spessore del cordolo è pari ad  $s = 0.50$ .

#### Verifica delle staffe disposte all'interno del cordolo

La funzione di tali staffe è duplice:

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

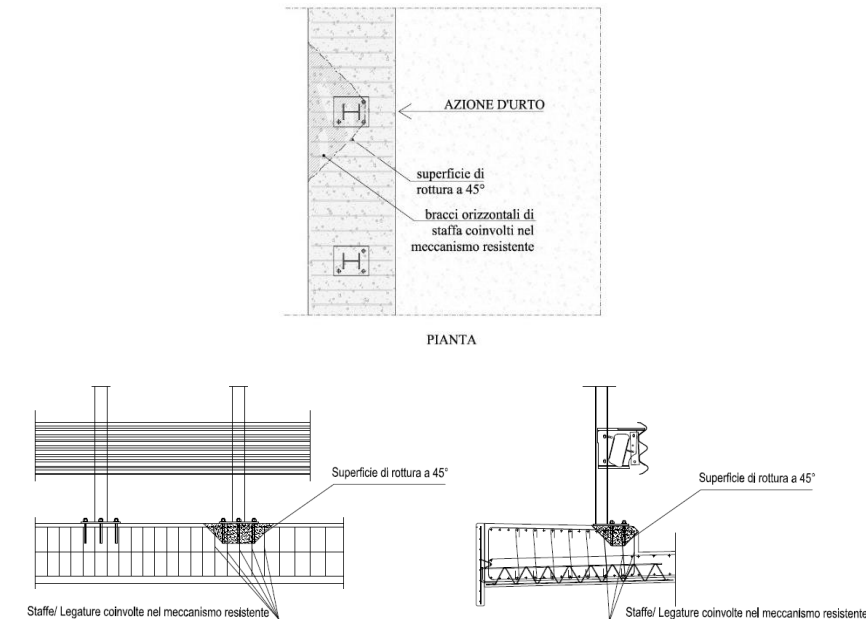
Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 109 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

- Equilibrare l'azione orizzontale F;
- Equilibrare la trazione dei tirafondi della barriera nel meccanismo di pull out.

La forza orizzontale F è equilibrata dalle barre  $\Phi 14/20$  che sono sempre presenti all'interno del cono di rottura evidenziato nella seguente figura.



**Figura 4 – Meccanismi di rottura locali per azioni d'urto**

La trazione  $T_d$  dei tirafondi della barriera è equilibrata dai bracci verticali delle staffe e dalle legature.

Ipotizzando un braccio di leva delle forze interne della piastra di base della barriera pari a 0.22 m e un'altezza della forza d'urto sopra tale piastra di 0.90 m, si stima  $T_d$  come:

$$T_d = 0.90m \cdot N / 0.22m = 409 \text{ kN}$$

Avendo disposto le staffe e legature  $\Phi 14/20$  ed ipotizzando una lunghezza dei tirafondi di almeno 19 cm (nonché l'interasse tra i due tirafondi tesi di 0.15 m), risulta che i bracci verticali compresi nel cono di rottura sono disposti su 3 filari per un numero complessivo pari a:

$$n = 3 \cdot (2 \cdot 0.15 \text{ m} + 2 \cdot 0.19 \text{ m}) / 20 \text{ cm} = 10.2 \text{ bracci}$$

che corrisponde ad una trazione resistente pari a :

$$T_r = n \cdot 154.1 \cdot f_{yd} \cdot 10^{-3} = 614 \text{ kN} > T_d$$

### Inviluppo verifiche fila di pali nr. 2

Nr.	Y	A <sub>f</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	0,010681	1415,42	1058,94	671,71	1,41
2	0,35	0,010681	1460,69	1383,08	671,71	1,84

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 110 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

3	0,70	0,010681	1526,03	1924,96	671,71	2,55		
4	1,05	0,010681	1415,63	2916,13	671,71	3,81		
5	1,40	0,010681	1231,68	4833,87	671,71	6,02		
6	1,75	0,010681	983,39	8002,06	671,71	9,23		
7	2,10	0,010681	19,01	10824,06	671,71	10,91		
8	2,45	0,010681	255,82	8862,14	671,71	9,65		
9	2,80	0,010681	21,51	6435,33	671,71	7,28		
10	3,15	0,010681	299,82	5190,77	671,71	6,00		
11	3,50	0,010681	514,09	4430,42	671,71	5,23		
12	3,85	0,010681	666,16	3968,30	671,71	4,74		
13	4,20	0,010681	762,20	3700,00	671,71	4,44		
14	4,55	0,010681	826,75	3556,36	671,71	4,28		
15	4,90	0,010681	867,97	3503,91	671,71	4,22		
16	5,25	0,010681	891,01	3520,84	671,71	4,24		
17	5,60	0,010681	900,18	3596,16	671,71	4,32		
18	5,95	0,010681	898,25	3725,18	671,71	4,47		
19	6,30	0,010681	887,29	3901,77	671,71	4,67		
20	6,65	0,010681	868,89	4128,15	671,71	4,92		
21	7,00	0,010681	844,03	4402,86	671,71	5,22		
22	7,35	0,010681	815,52	4708,57	671,71	5,58		
23	7,70	0,010681	773,93	5100,04	671,71	6,01		
24	8,05	0,010681	721,72	5563,40	671,71	6,53		
25	8,40	0,010681	661,31	6103,79	671,71	7,16		
26	8,75	0,010681	591,78	6747,26	671,71	7,91		
27	9,10	0,010681	509,94	7501,74	671,71	8,76		
28	9,45	0,010681	428,22	8352,55	671,71	9,71		
29	9,80	0,010681	348,02	9289,49	671,71	10,74		
30	10,15	0,010681	270,07	10293,06	671,71	11,81		
31	10,50	0,010681	202,10	11199,25	671,71	12,28		
32	10,85	0,010681	145,16	11474,16	671,71	12,39		
33	11,20	0,010681	99,20	11581,40	671,71	12,49		
34	11,55	0,010681	63,60	11659,91	671,71	12,52		
35	11,90	0,010681	37,39	11709,58	671,71	12,56		
36	12,25	0,010681	0,29	11729,21	671,71	12,59		
37	12,60	0,010681	8,03	11730,26	671,71	12,61		
38	12,95	0,010681	0,92	11728,12	671,71	12,64		
39	13,30	0,010681	0,30	11733,13	671,71	12,67		
40	13,65	0,010681	0,47	11740,26	671,71	12,69		
41	14,00	0,010681	0,00	11744,38	671,71	12,73		

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 111 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Inviluppo verifiche fila di pali nr. 3

Nr.	Y	A <sub>f</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	0,010681	1629,92	3424,13	877,34	1,59
2	0,35	0,010681	1596,59	4337,14	877,34	2,00
3	0,70	0,010681	1493,81	5533,38	877,34	2,53
4	1,05	0,010681	1352,04	6937,82	877,34	3,22
5	1,40	0,010681	1066,14	8300,56	877,34	4,11
6	1,75	0,010681	570,04	9779,41	877,34	5,07
7	2,10	0,010681	6,92	11240,61	877,34	5,21
8	2,45	0,010681	185,31	11389,78	877,34	5,07
9	2,80	0,010681	19,47	10169,78	877,34	4,53
10	3,15	0,010681	269,72	9220,59	877,34	4,11
11	3,50	0,010681	461,49	8559,66	877,34	3,82
12	3,85	0,010681	609,28	8114,94	877,34	3,63
13	4,20	0,010681	700,13	7831,02	877,34	3,50
14	4,55	0,010681	761,79	7669,28	877,34	3,44
15	4,90	0,010681	801,51	7603,76	877,34	3,41
16	5,25	0,010681	824,11	7614,98	877,34	3,43
17	5,60	0,010681	833,34	7690,15	877,34	3,47
18	5,95	0,010681	831,79	7818,36	877,34	3,54
19	6,30	0,010681	821,46	7993,21	877,34	3,63
20	6,65	0,010681	803,97	8208,38	877,34	3,74
21	7,00	0,010681	780,56	8460,97	877,34	3,86
22	7,35	0,010681	753,48	8732,30	877,34	4,02
23	7,70	0,010681	714,11	9067,82	877,34	4,20
24	8,05	0,010681	664,96	9454,75	877,34	4,42
25	8,40	0,010681	607,90	9879,00	877,34	4,65
26	8,75	0,010681	535,54	10323,23	877,34	4,90
27	9,10	0,010681	461,50	10780,83	877,34	5,16
28	9,45	0,010681	387,57	11252,57	877,34	5,43
29	9,80	0,010681	315,00	11429,66	877,34	5,56
30	10,15	0,010681	244,47	11511,44	877,34	5,64
31	10,50	0,010681	182,97	11580,57	877,34	5,71
32	10,85	0,010681	131,45	11636,35	877,34	5,78
33	11,20	0,010681	89,85	11674,99	877,34	5,84
34	11,55	0,010681	51,32	11700,21	877,34	5,90
35	11,90	0,010681	18,03	11718,78	877,34	5,96
36	12,25	0,010681	0,12	11731,52	877,34	6,02
37	12,60	0,010681	5,73	11738,05	877,34	6,07
38	12,95	0,010681	0,69	11737,44	877,34	6,13
39	13,30	0,010681	0,27	11739,66	877,34	6,20
40	13,65	0,010681	0,43	11742,66	877,34	6,26
41	14,00	0,010681	0,00	11744,38	877,34	6,34



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 112 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

# ALLEGATO 1

## **TABULATI DI CALCOLO MAX 10 – Muro Sostegno Tipo 3**



	<b>2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> <b>Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord</b> Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60 Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 113 di 371

## Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.  
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.  
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.  
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.  
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009
- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
  - Verifica a ribaltamento
  - Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
  - Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
  - Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 114 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

## Calcolo della spinta sul muro

### Valori caratteristici e valori di calcolo

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

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

### 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  $p$  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.

### 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 parte 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  $k_h$ .

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

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 115 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

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

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

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

dove il coefficiente  $A$  vale

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

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

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

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

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

$$F_{IH} = k_h W \quad F_{IV} = \pm k_v W$$

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

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

## 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 mediante gli Eurocodici 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.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum^n \left( \frac{c_i b_i}{\cos\alpha_i} + [W_i \cos\alpha_i - u_i l_i] \tan\phi_i \right)}{\sum^n W_i \sin\alpha_i}$$

dove  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i_{\text{esima}}$  rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i_{\text{esima}}$  e  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

Inoltre  $u_i$  ed  $l_i$  rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ( $l_i = b_i / \cos\alpha_i$ ).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in  $n$  strisce e dalla formula precedente si ricava  $\eta$ . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

## Analisi dei pali

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 116 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito  $\phi$  e la coesione  $c$ . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo solitamente viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

- $Q_T$  portanza totale del palo
- $Q_P$  portanza di base del palo
- $Q_L$  portanza per attrito laterale del palo
- $W_P$  peso proprio del palo

e le due componenti  $Q_P$  e  $Q_L$  sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo  $Q_A$  applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta  $\eta_p$  ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale  $\eta_l$ .

Palo compresso:

$$Q_A = Q_P / \eta_p + Q_L / \eta_l - W_P$$

Palo teso:

$$Q_A = Q_L / \eta_l + W_P$$

### Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_P = A_p(cN'_c + qN'_q + 1/2B\gamma N'_\gamma)$$

dove  $A_p$  è l'area portante efficace della punta del palo,  $c$  è la coesione,  $q$  è la pressione geostatica alla quota della punta del palo,  $\gamma$  è il peso specifico del terreno,  $D$  è il diametro del palo ed i coefficienti  $N'_c$ ,  $N'_q$ ,  $N'_\gamma$  sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità. Possono essere utilizzati sia i coefficienti di Hansen che quelli di Vesic con i corrispondenti fattori correttivi per la profondità e la forma.

Il parametro  $\eta$  che compare nell'espressione assume il valore:

$$\eta = \frac{1 + 2K_0}{3}$$

quando si usa la formula di Vesic e viene posto uguale ad 1 per le altre formule.

$K_0$  rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che può essere espresso come:  $K_0 = 1 - \sin\phi$ .

### Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int \tau_a dS$$

dove  $\tau_a$  è dato dalla nota relazione di Coulomb

$$\tau_a = c_a + \sigma_h \tan\delta$$

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 117 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

dove  $c_a$  è l'adesione palo-terreno,  $\delta$  è l'angolo di attrito palo-terreno,  $\gamma$  è il peso specifico del terreno,  $z$  è la generica quota a partire dalla testa del palo,  $L$  e  $P$  sono rispettivamente la lunghezza ed il perimetro del palo,  $K_s$  è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

### Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica  $K$  espressa in  $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$  che rappresenta la pressione (in  $\text{Kg/cm}^2$ ) che bisogna applicare per ottenere l'abbassamento di 1 cm.

Nel metodo degli elementi finiti occorre discretizzare il particolare problema. Nel caso specifico il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidezza assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite,  $X_{\max}$ , oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. E' evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che può essere risolto solo mediante una analisi al passo.

Questa modellazione presenta il notevole vantaggio di poter schematizzare tutti quei comportamenti individuati da Broms e che sarebbe impossibile trattare in un modello numerico. In particolare risulta automatico analizzare casi in cui si ha insufficiente portanza non per rottura del palo ma per rottura del terreno (vedi il caso di un palo molto rigido in un terreno molle).

### Determinazione degli scarichi sul palo.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati (la scelta del vincolo viene fatta dall'Utente nella tabella CARATTERISTICHE del sottomenu PALI) a tale piastra.

Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidezza del palo  $K_e$ , costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo.

Nota la matrice di rigidezza di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni  $3 \times 3$ ) della palificata,  $K$ .

A questo punto, note le forze agenti in fondazione ( $N$ ,  $T$ ,  $M$ ) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con  $p$  il vettore dei carichi e con  $u$  il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo., le caratteristiche del terreno (rappresentate da  $K_h$ ) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per rottura del terreno.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 118 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Normativa

#### N.T.C. 2008 - Approccio 1

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_\gamma$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	1,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,35	1,15	1,35	1,00

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

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

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,00

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

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

#### FONDAZIONE SUPERFICIALE

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

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



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 119 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### **PALI DI FONDAZIONE**

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche dei pali

#### **Pali trivellati**

		R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	1,00	1,70	1,35
Laterale compressione	$\gamma_s$	1,00	1,45	1,15
Totale compressione	$\gamma_t$	1,00	1,60	1,30
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	1,00	1,60	1,25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali  $\gamma_T$  per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
	$\gamma_T$	1,00	1,60	1,30

Coefficienti di riduzione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate	1	$\xi_3=1,70$	$\xi_4=1,70$
------------------------------	---	--------------	--------------



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 120 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Geometria muro e fondazione

#### Descrizione

Altezza del paramento	6,50 [m]
Spessore in sommità	0,50 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,15 [m]
Inclinazione paramento esterno	5,70 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	2,40 [m]

#### Muro a mensola in c.a.

#### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1,65 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	3,70 [m]
Lunghezza totale fondazione	6,50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	1,30 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]





## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 121 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Descrizione pali di fondazione

Pali in c.a.

Numero di file di pali

3

Vincolo pali/fondazione

Incastro

Tipo di portanza

Portanza laterale e portanza di punta

#### Simbologia adottata

N	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
nr.	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [m]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
alfa	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

N	X	Nr.	D	L	alfa	ALL
1	0,80	1	0,8000	14,00	0,00	Centrati
2	3,25	1	0,8000	14,00	0,00	Centrati
3	5,70	1	0,8000	14,00	0,00	Centrati

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 122 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Materiali utilizzati per la struttura

#### Calcestruzzo

Peso specifico	24,517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	30000 [kPa]
Modulo elastico E	31447048 [kPa]

#### Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

#### Calcestruzzo utilizzato per i pali

Classe di Resistenza	C32/40
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	40000 [kPa]
Modulo elastico E	33642648 [kPa]

#### Acciaio utilizzato per i pali

Tipo	B450C
Tensione ammissibile $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto  
 X ascissa del punto espressa in [m]  
 Y ordinata del punto espressa in [m]  
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	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]

### Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 0,00 [m]

### Descrizione terreni

#### Simbologia adottata

Nr.	Descrizione terreno	Indice del terreno
$\gamma$	Descrizione terreno	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$		Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$		Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$		Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c		Coesione espressa in [kPa]

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 123 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

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

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Rilevato	20,00	20,00	35,00	23,30	0,0	0,0
Ag	17,00	17,00	40,00	26,70	2,0	2,0
Ala	19,00	19,00	25,00	16,70	2,0	0,0
Salt	20,00	20,50	27,00	27,00	20,0	20,0
Sch	23,00	23,50	27,00	27,00	55,0	55,0
Ecla	19,50	19,50	26,00	26,00	10,0	5,0
Pa	23,00	23,00	33,00	33,00	130,0	0,0

### Parametri medi

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Rilevato	20,00	20,00	35,00	23,30	0,0	0,0
Ag	17,00	17,00	40,00	26,70	2,0	2,0
Ala	19,00	19,00	25,00	25,00	2,0	2,0
Salt	20,00	20,50	27,00	27,00	20,0	20,0
Sch	23,00	23,50	27,00	27,00	55,0	55,0
Ecla	19,50	19,50	26,00	26,00	10,0	5,0
Pa	23,00	23,00	33,00	33,00	130,0	0,0

### Parametri minimi

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Rilevato	20,00	20,00	35,00	23,30	0,0	0,0
Ag	17,00	17,00	40,00	26,67	0,0	0,0
Ala	19,00	19,00	25,00	25,00	0,0	0,0
Salt	20,00	20,50	27,00	27,00	20,0	20,0
Sch	23,00	23,50	27,00	27,00	55,0	55,0
Ecla	19,50	19,50	26,00	26,00	10,0	5,0
Pa	23,00	23,00	33,00	33,00	130,0	0,0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato 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.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	7,80	0,00	0,01	0,43	Rilevato
2	7,00	0,00	2,00	0,50	Ecla
3	3,00	0,00	7,00	0,50	Salt
4	9,00	0,00	20,00	0,50	Pa



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 124 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Condizioni di carico

#### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$  Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

$M$  Momento espresso in [kNm]

$X_i$  Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

$X_f$  Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m]

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

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

#### Condizione n° 1 (Carico stradale)

D	Profilo	$X_i=0,50$	$X_f=7,70$	$Q_i=60,0000$	$Q_f=20,0000$
D	Profilo	$X_i=0,50$	$X_f=2,70$	$Q_i=9,0000$	$Q_f=9,0000$
D	Profilo	$X_i=2,70$	$X_f=7,70$	$Q_i=2,5000$	$Q_f=2,5000$

#### Condizione n° 2 (Urto veicoli)

C	Paramento	$X=-0,25$	$Y=0,00$	$F_x=20,0000$	$F_y=0,0000$	$M=30,0000$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 125 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Descrizione combinazioni di carico

#### Simbologia adottata

$F/S$	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Carico stradale	SFAV	1.35	1.00	1.35

#### Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.15	1.00	1.15

#### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.15	1.00	1.15

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

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

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

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

#### Combinazione n° 6 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

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

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

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

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

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

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 126 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Carico stradale	SFAV	1.00	0.20	0.20
<u>Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.00	0.20	0.20
<u>Combinazione n° 10 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.00	0.20	0.20
<u>Combinazione n° 11 - Quasi Permanente (SLE)</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
<u>Combinazione n° 12 - Frequente (SLE)</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.00	0.75	0.75
<u>Combinazione n° 13 - Rara (SLE)</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.00	1.00	1.00

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 127 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Impostazioni analisi pali

<u>Numero elementi palo</u>	40
<u>Tipo carico palo</u>	Distribuito
<u>Calcolo della portanza</u>	metodo di Berezantzev
<u>Costante di Winkler</u>	da Strato

Criterio di rottura del sistema terreno-palo

Pressione limite Brich-Hansen

Andamento pressione verticale

Geostatica

### Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

#### **Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

#### **Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali

Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.70 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

#### **Impostazioni avanzate**

Terreno a monte a elevata permeabilità

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 128 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>SCO</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>RIB</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>STAB</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>SCO</sub></b>	<b>CS<sub>RIB</sub></b>	<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	<b>CS<sub>STAB</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
2	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	2,75
4	A1-M1 - [2]	--	--	--	--	--
5	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
6	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
7	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
8	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
9	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,90
10	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,96
11	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--
12	SLEF - [1]	--	--	--	--	--
13	SLER - [1]	--	--	--	--	--



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 129 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

#### Tipo di analisi

Calcolo della spinta

Calcolo della stabilità globale

Calcolo della spinta in condizioni di

metodo di Culmann

metodo di Fellenius

Spinta a riposo

#### Sisma

##### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g$

2.02 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.39

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )

1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 28.58$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 14.29$

##### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g$

0.00 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )

1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.00$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico

Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento)

0,0

Lunghezza del muro

2,40 [m]

Peso muro

338,5059 [kN]

Baricentro del muro

X=0,11 Y=-5,80

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 3,70 Y = -7,80

Punto superiore superficie di spinta

X = 3,70 Y = 0,00

Altezza della superficie di spinta

7,80 [m]

Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)

0,00 [°]

#### COMBINAZIONE n° 1

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica

383,9969 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica

352,6806 [kN]

Componente verticale della spinta statica

151,8882 [kN]

Punto d'applicazione della spinta

X = 3,70 [m] Y = -4,42

[m]



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	130 di 371

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,82	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,70	[m]				Y	=	-7,80
	[m]							

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	731,9050	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,85	[m]				Y	=	-3,25
	[m]							

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	352,6806	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1222,2991	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1222,2991	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	352,6806	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,17	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]						
Risultante in fondazione	1272,1630	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,09	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-209,7541	[kNm]						



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 131 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1128	0,5564	4,0208
3	0,65	8,4833	2,7400	10,5446
4	0,98	13,1114	7,5456	20,6368
5	1,30	17,9971	15,9676	32,9241
6	1,63	23,1404	28,4462	46,0441
7	1,95	28,5413	45,2124	59,8232
8	2,27	34,1999	66,4651	74,2001
9	2,60	40,1161	92,3887	89,1437
10	2,93	46,2899	123,1601	104,6368
11	3,25	52,7214	158,9519	120,6689
12	3,58	59,4104	199,9339	137,2334
13	3,90	66,3571	246,2742	154,3261
14	4,23	73,5614	298,1386	171,9292
15	4,55	81,0234	355,6597	189,8228
16	4,88	88,7429	418,9043	207,9438
17	5,20	96,7201	487,9821	226,5302
18	5,53	104,9549	563,0520	245,6318
19	5,85	113,4474	644,2774	265,2492
20	6,17	122,1974	731,8217	285,3822
21	6,50	131,2051	825,8411	305,9483

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 132 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 1

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,6331	0,3653	-15,7148	23,0989
2	0,20	-4,0629	6,0056	-105,2125	64,5070
3	0,40	-20,2835	17,4137	-115,5860	120,2701
4	0,60	-28,1644	40,1512	-1,0486	186,6247
5	0,80	0,0000	75,8793	0,0000	312,6351
6	1,00	0,0000	123,7541	0,0000	541,2039
7	1,20	0,0000	178,9846	0,0000	797,7010
8	1,42	0,0000	315,7760	0,0000	776,6470
9	1,65	0,0000	479,0186	0,0000	769,8560
10	2,80	-865,2006	0,0000	-719,0209	303,9993
11	2,85	-819,3884	0,0000	-709,3729	313,5291
12	3,05	-690,3994	0,0000	-560,6636	9,5619
13	3,25	-633,4114	0,0000	-459,5938	0,0000
14	3,45	-558,2615	0,0000	-444,0995	0,0000
15	3,65	-457,4749	0,0000	-606,4300	0,0000
16	3,86	-351,4355	0,0000	-486,2275	0,0000
17	4,06	-275,5550	0,0000	-383,3356	0,0000
18	4,27	-213,4779	0,0000	-299,8929	0,0000
19	4,47	-161,7554	0,0000	-225,4950	0,0000
20	4,68	-120,9654	0,0000	-174,5730	0,0000
21	4,89	-90,6487	0,0000	-131,2629	0,0000
22	5,09	-69,1998	0,0000	-98,6700	58,3146
23	5,30	-68,0699	0,0000	-78,7393	151,2831
24	5,50	-76,7954	0,0000	-71,6324	30,3581
25	5,70	-71,4983	0,0000	-69,8153	0,0000
26	5,90	-56,4821	0,0000	-130,9522	0,0000
27	6,10	-27,8678	0,0000	-233,9295	0,0000
28	6,30	-6,5847	0,0000	-125,4432	0,0000
29	6,50	0,0000	1,0113	-22,4777	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,2582	2,3507	-12,9339	157,2621
2	0,27	-6,5494	12,8936	-99,2021	176,7468
3	0,53	-24,5597	9,0886	-236,9026	229,7124
4	0,80	-53,5212	1,6069	-382,0468	222,3479
5	1,00	-80,7201	0,0000	-173,5176	202,5418
6	1,20	-90,3522	0,0000	-65,5591	65,5591
7	1,40	-80,7201	0,0000	-202,5418	173,5176
8	1,60	-53,5212	1,6069	-222,3479	382,0468
9	1,87	-24,5597	9,0886	-229,7124	236,9026
10	2,13	-6,5494	12,8936	-176,7468	99,2021
11	2,40	-0,2582	2,3507	-157,2621	12,9339

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 133 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,001901	0,004524	0,00	0,00	1000,00	202,69	--	--
2	0,33	1,00, 0,53	0,001901	0,004524	6555,24	-886,84	1593,85	209,75	--	--
3	0,65	1,00, 0,56	0,001901	0,004524	3395,72	-1096,77	400,28	216,68	--	--
4	0,98	1,00, 0,60	0,001901	0,004524	1290,90	-742,91	98,46	223,51	--	--
5	1,30	1,00, 0,63	0,001901	0,004524	702,31	-623,11	39,02	230,23	--	--
6	1,63	1,00, 0,66	0,001901	0,004524	482,56	-593,21	20,85	236,87	--	--
7	1,95	1,00, 0,69	0,001901	0,004524	372,84	-590,61	13,06	243,42	--	--
8	2,27	1,00, 0,73	0,001901	0,004524	308,41	-599,36	9,02	249,91	--	--
9	2,60	1,00, 0,76	0,001901	0,004524	266,52	-613,81	6,64	256,33	--	--
10	2,93	1,00, 0,79	0,001901	0,004524	237,35	-631,49	5,13	262,70	--	--
11	3,25	1,00, 0,82	0,001901	0,004524	215,98	-651,17	4,10	269,02	--	--
12	3,58	1,00, 0,86	0,001901	0,004524	199,73	-672,17	3,36	275,29	--	--
13	3,90	1,00, 0,89	0,001901	0,004524	187,02	-694,08	2,82	283,34	--	--
14	4,23	1,00, 0,92	0,001901	0,004524	176,82	-716,66	2,40	292,19	--	--
15	4,55	1,00, 0,95	0,001901	0,004524	168,52	-739,74	2,08	301,04	--	--
16	4,88	1,00, 0,99	0,001901	0,004524	161,68	-763,22	1,82	309,89	--	--
17	5,20	1,00, 1,02	0,001901	0,004524	155,99	-787,01	1,61	318,75	--	--
18	5,53	1,00, 1,05	0,001901	0,004524	151,19	-811,07	1,44	327,61	--	--
19	5,85	1,00, 1,08	0,003801	0,004524	291,62	-1656,11	2,57	396,67	--	--
20	6,17	1,00, 1,12	0,001901	0,004524	143,55	-859,71	1,17	345,37	--	--
21	6,50	1,00, 1,15	0,001901	0,004524	140,49	-884,26	1,07	354,26	--	--

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 134 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3002,81	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	182,67	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	63,00	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	27,32	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	14,46	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	8,86	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	6,13	443,84	--	--
8	1,42	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	3,47	443,84	--	--
9	1,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	2,29	443,84	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1000,00	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	328,22	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	77,55	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	38,26	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	30,23	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	28,14	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	31,75	443,84	--	--
8	1,41	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	31,23	443,84	--	--
9	1,61	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	23,84	443,84	--	--
10	1,82	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	17,87	443,84	--	--
11	2,03	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	13,36	443,84	--	--
12	2,23	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	10,12	443,84	--	--
13	2,44	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	7,84	443,84	--	--
14	2,64	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	6,15	443,84	--	--
15	2,85	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	4,72	443,84	--	--
16	3,05	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3,87	443,84	--	--
17	3,25	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3,41	443,84	--	--
18	3,45	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3,13	443,84	--	--
19	3,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,64	443,84	--	--
20	3,70	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,50	443,84	--	--

### Armature e tensioni piastre

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 135 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione n° 1

X	ascissa sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione

### Piastra fondazione monte

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS
1	-1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	97,06
2	-0,93	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	28,81
3	-0,67	0,000466	0,000466	0,00	228,15	9,29
4	-0,40	0,000466	0,000466	0,00	228,15	4,26
5	-0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,84
6	0,00	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,59
7	0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,84
8	0,40	0,000466	0,000466	0,00	228,15	4,26
9	0,67	0,000466	0,000466	0,00	228,15	9,29
10	0,93	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	28,81
11	1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	97,06

### Piastra fondazione valle

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS
1	-1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	214,17
2	-0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	17,69
3	-0,67	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	13,17
4	-0,40	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	4,66
5	-0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,83
6	0,00	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,53
7	0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,83
8	0,40	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	4,66
9	0,67	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	13,17
10	0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	17,69
11	1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	214,17

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 136 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Analisi dei pali

#### Combinazione n° 1

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kN]	352,681
Verticale [kN]	1222,299	
Momento [kNm]	209,754	

#### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[m]	0,0050617
Verticale [m]	0,0008095	
Rotazione [°]	-0,00391	

#### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	1	775,79	282,14	498,41	770,66	1361,38
2	1	977,84	282,14	498,41	763,66	1349,01
3	1	1179,89	282,14	498,41	763,66	1349,01



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 137 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

#### Combinazione n° 1

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sfuerzo normale espresso in [kN]
T	taglio espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	sfuerzo normale ultimo espresso in [kN]
T <sub>u</sub>	taglio ultimo espresso in [kN]
CS	coefficiente di sicurezza

#### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	498,41	775,79	282,14	0,010857	1586,00	2468,66	940,75	3,18
2	0,35	403,19	779,00	243,90	0,010857	1629,03	3147,48	941,19	4,04
3	0,70	317,82	782,05	216,58	0,010857	1647,63	4054,27	941,60	5,18
4	1,05	242,02	784,93	190,43	0,010857	1610,89	5224,59	942,00	6,66
5	1,40	175,37	787,64	165,67	0,010857	1465,71	6583,01	942,36	8,36
6	1,75	117,38	790,18	142,49	0,010857	1233,29	8302,04	942,71	10,51
7	2,10	67,51	792,55	121,01	0,010857	874,82	10270,06	943,03	12,96
8	2,45	25,16	794,76	101,30	0,010857	366,68	11584,20	943,33	14,58
9	2,80	-10,30	796,80	83,37	0,010857	151,44	11718,63	943,61	14,71
10	3,15	-39,48	798,67	67,23	0,010857	566,44	11459,44	943,86	14,35
11	3,50	-63,01	800,37	52,83	0,010857	826,05	10492,81	944,10	13,11
12	3,85	-81,50	801,90	40,12	0,010857	987,71	9718,24	944,30	12,12
13	4,20	-95,54	803,27	29,00	0,010857	1091,11	9173,52	944,49	11,42
14	4,55	-105,69	804,47	19,40	0,010857	1155,46	8794,59	944,65	10,93
15	4,90	-112,48	805,50	11,19	0,010857	1194,26	8552,23	944,79	10,62
16	5,25	-116,40	806,36	4,28	0,010857	1215,36	8419,44	944,91	10,44
17	5,60	-117,90	807,05	-1,46	0,010857	1222,90	8371,28	945,00	10,37
18	5,95	-117,39	807,58	-6,14	0,010857	1219,77	8391,65	945,08	10,39
19	6,30	-115,24	807,94	-9,87	0,004580	962,15	6745,62	493,50	8,35
20	6,65	-111,78	808,12	-12,78	0,004580	948,47	6856,92	493,50	8,48
21	7,00	-107,31	808,15	-14,97	0,004580	929,76	7002,01	493,50	8,66
22	7,35	-102,07	804,79	-20,50	0,004580	908,04	7159,63	493,50	8,90
23	7,70	-94,89	801,24	-24,25	0,004580	874,90	7387,20	493,50	9,22
24	8,05	-86,41	797,50	-26,54	0,004580	830,94	7669,09	493,50	9,62
25	8,40	-77,12	793,56	-27,68	0,004580	776,53	7990,56	493,50	10,07
26	8,75	-67,43	789,43	-27,94	0,004580	712,29	8339,15	493,50	10,56
27	9,10	-57,65	785,11	-27,55	0,004580	639,16	8704,34	493,50	11,09
28	9,45	-48,01	780,59	-26,70	0,004580	557,15	9058,78	493,50	11,61
29	9,80	-38,66	775,88	-25,58	0,004580	454,16	9113,98	493,50	11,75
30	10,15	-29,71	772,10	-21,95	0,004580	352,80	9168,31	493,50	11,87
31	10,50	-22,03	769,54	-18,19	0,004580	263,81	9216,00	493,50	11,98
32	10,85	-15,66	766,68	-14,54	0,004580	189,07	9256,05	493,50	12,07
33	11,20	-10,57	763,51	-11,14	0,004580	128,62	9288,45	493,50	12,17
34	11,55	-6,67	760,04	-8,10	0,004580	81,78	9313,55	493,50	12,25
35	11,90	-3,84	756,26	-5,50	0,004580	47,35	9332,01	493,50	12,34
36	12,25	-1,91	752,18	-3,37	0,004580	23,75	9344,66	493,50	12,42
37	12,60	-0,73	747,79	-1,73	0,004580	9,16	9352,48	493,50	12,51
38	12,95	-0,13	743,10	-0,59	0,004580	1,59	9356,53	493,50	12,59
39	13,30	0,08	738,11	0,05	0,004580	1,02	9356,84	493,50	12,68
40	13,65	0,06	732,81	0,18	0,004580	0,82	9356,95	493,50	12,77
41	14,00	0,00	727,21	0,18	0,004580	0,00	9357,38	493,50	12,87

#### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	498,41	977,84	282,14	0,010681	1619,96	3178,23	671,71	3,25



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da I+190.75 a I+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 138 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

2	0,35	403,19	980,82	243,90	0,010681	1638,90	3986,89	671,71	4,06
3	0,70	317,82	983,59	216,58	0,010681	1615,32	4999,11	671,71	5,08
4	1,05	242,02	986,17	190,43	0,010681	1508,06	6145,02	671,71	6,23
5	1,40	175,37	988,54	165,67	0,010681	1336,75	7535,13	671,71	7,62
6	1,75	117,38	990,70	142,49	0,010681	1083,16	9141,68	671,71	9,23
7	2,10	67,51	992,66	121,01	0,010681	736,50	10829,22	671,71	10,91
8	2,45	25,16	994,42	101,30	0,010681	292,52	11562,90	671,71	11,63
9	2,80	-10,30	995,97	83,37	0,010681	120,65	11669,53	671,71	11,72
10	3,15	-39,48	997,32	67,23	0,010681	453,75	11462,87	671,71	11,49
11	3,50	-63,01	998,46	52,83	0,010681	694,75	11009,26	671,71	11,03
12	3,85	-81,50	999,41	40,12	0,010681	844,21	10352,20	671,71	10,36
13	4,20	-95,54	1000,14	29,00	0,010681	943,82	9880,02	671,71	9,88
14	4,55	-105,69	1000,68	19,40	0,010681	1008,42	9547,51	671,71	9,54
15	4,90	-112,48	1001,01	11,19	0,010681	1048,58	9331,57	671,71	9,32
16	5,25	-116,40	1001,13	4,28	0,010681	1070,78	9209,64	671,71	9,20
17	5,60	-117,90	1001,06	-1,46	0,010681	1079,20	9163,42	671,71	9,15
18	5,95	-117,39	1000,78	-6,14	0,010681	1076,54	9178,02	671,71	9,17
19	6,30	-115,24	1000,29	-9,87	0,010681	1064,79	9242,56	671,71	9,24
20	6,65	-111,78	999,60	-12,78	0,010681	1045,45	9348,76	671,71	9,35
21	7,00	-107,31	998,71	-14,97	0,010681	1019,63	9489,45	671,71	9,50
22	7,35	-102,07	993,72	-20,50	0,010681	990,31	9641,35	671,71	9,70
23	7,70	-94,89	988,50	-24,25	0,010681	947,00	9864,68	671,71	9,98
24	8,05	-86,41	983,04	-26,54	0,010681	890,89	10135,29	671,71	10,31
25	8,40	-77,12	977,34	-27,68	0,010681	824,05	10443,40	671,71	10,69
26	8,75	-67,43	971,41	-27,94	0,010681	748,19	10778,66	671,71	11,10
27	9,10	-57,65	965,25	-27,55	0,010681	665,06	11135,04	671,71	11,54
28	9,45	-48,01	958,85	-26,70	0,010681	570,33	11390,54	671,71	11,88
29	9,80	-38,66	952,22	-25,58	0,010681	465,15	11455,80	671,71	12,03
30	10,15	-29,71	946,71	-21,95	0,010681	361,53	11520,08	671,71	12,17
31	10,50	-22,03	942,69	-18,19	0,010681	270,52	11576,55	671,71	12,28
32	10,85	-15,66	938,30	-14,54	0,010681	194,01	11624,01	671,71	12,39
33	11,20	-10,57	933,53	-11,14	0,010681	132,08	11662,44	671,71	12,49
34	11,55	-6,67	928,40	-8,10	0,010681	84,05	11692,24	671,71	12,59
35	11,90	-3,84	922,90	-5,50	0,010681	48,70	11714,17	671,71	12,69
36	12,25	-1,91	917,03	-3,37	0,010681	24,45	11729,21	671,71	12,79
37	12,60	-0,73	910,79	-1,73	0,010681	9,44	11738,53	671,71	12,89
38	12,95	-0,13	904,19	-0,59	0,010681	1,64	11743,36	671,71	12,99
39	13,30	0,08	897,21	0,05	0,010681	1,05	11743,73	671,71	13,09
40	13,65	0,06	889,86	0,18	0,010681	0,84	11743,86	671,71	13,20
41	14,00	0,00	882,14	0,18	0,010681	0,00	11744,38	671,71	13,31

### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 3

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	498,41	1179,89	282,14	0,010681	1638,60	3879,07	877,34	3,29
2	0,35	403,19	1182,63	243,90	0,010681	1626,02	4769,47	877,34	4,03
3	0,70	317,82	1185,14	216,58	0,010681	1548,95	5775,97	877,34	4,87
4	1,05	242,02	1187,41	190,43	0,010681	1414,06	6937,82	877,34	5,84
5	1,40	175,37	1189,43	165,67	0,010681	1223,82	8300,56	877,34	6,98
6	1,75	117,38	1191,22	142,49	0,010681	963,67	9779,41	877,34	8,21
7	2,10	67,51	1192,77	121,01	0,010681	636,98	11253,97	877,34	9,44
8	2,45	25,16	1194,07	101,30	0,010681	244,24	11592,85	877,34	9,71
9	2,80	-10,30	1195,14	83,37	0,010681	100,65	11681,94	877,34	9,77
10	3,15	-39,48	1195,97	67,23	0,010681	379,89	11508,69	877,34	9,62
11	3,50	-63,01	1196,56	52,83	0,010681	598,88	11372,83	877,34	9,50
12	3,85	-81,50	1196,91	40,12	0,010681	737,19	10826,24	877,34	9,05
13	4,20	-95,54	1197,02	29,00	0,010681	831,04	10411,81	877,34	8,70
14	4,55	-105,69	1196,89	19,40	0,010681	893,78	10121,33	877,34	8,46
15	4,90	-112,48	1196,52	11,19	0,010681	933,48	9929,88	877,34	8,30
16	5,25	-116,40	1195,91	4,28	0,010681	955,80	9820,16	877,34	8,21
17	5,60	-117,90	1195,06	-1,46	0,010681	964,40	9775,64	877,34	8,18



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 139 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

18	5,95	-117,39	1193,97	-6,14	0,010681	962,21	9786,97	877,34	8,20
19	6,30	-115,24	1192,65	-9,87	0,010681	951,18	9844,13	877,34	8,25
20	6,65	-111,78	1191,08	-12,78	0,010681	932,41	9935,07	877,34	8,34
21	7,00	-107,31	1189,27	-14,97	0,010681	907,36	10055,87	877,34	8,46
22	7,35	-102,07	1182,65	-20,50	0,010681	879,48	10190,26	877,34	8,62
23	7,70	-94,89	1175,75	-24,25	0,010681	837,85	10380,98	877,34	8,83
24	8,05	-86,41	1168,57	-26,54	0,010681	785,18	10618,72	877,34	9,09
25	8,40	-77,12	1161,12	-27,68	0,010681	723,10	10887,16	877,34	9,38
26	8,75	-67,43	1153,39	-27,94	0,010681	653,77	11182,84	877,34	9,70
27	9,10	-57,65	1145,39	-27,55	0,010681	573,23	11388,74	877,34	9,94
28	9,45	-48,01	1137,11	-26,70	0,010681	483,20	11444,60	877,34	10,06
29	9,80	-38,66	1128,56	-25,58	0,010681	393,98	11499,95	877,34	10,19
30	10,15	-29,71	1121,32	-21,95	0,010681	306,14	11554,45	877,34	10,30
31	10,50	-22,03	1115,84	-18,19	0,010681	229,05	11602,28	877,34	10,40
32	10,85	-15,66	1109,91	-14,54	0,010681	164,27	11642,46	877,34	10,49
33	11,20	-10,57	1103,56	-11,14	0,010681	111,85	11674,99	877,34	10,58
34	11,55	-6,67	1096,77	-8,10	0,010681	71,19	11700,21	877,34	10,67
35	11,90	-3,84	1089,55	-5,50	0,010681	41,27	11718,78	877,34	10,76
36	12,25	-1,91	1081,89	-3,37	0,010681	20,73	11731,52	877,34	10,84
37	12,60	-0,73	1073,79	-1,73	0,010681	8,00	11739,42	877,34	10,93
38	12,95	-0,13	1065,27	-0,59	0,010681	1,40	11743,52	877,34	11,02
39	13,30	0,08	1056,31	0,05	0,010681	0,89	11743,83	877,34	11,12
40	13,65	0,06	1046,91	0,18	0,010681	0,72	11743,94	877,34	11,22
41	14,00	0,00	1037,08	0,18	0,010681	0,00	11744,38	877,34	11,32

### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	354,1265	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	334,8119	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	115,3542	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,70	[m]	Y	=	-4,37
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61,57	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,70	[m]	Y	=	-7,80
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	694,7339	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,85	[m]	Y	=	-3,25

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	334,8119	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1148,5940	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1148,5940	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	334,8119	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,07	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1196,3976	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,25	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-84,0537	[kNm]



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 140 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 2

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1128	0,3185	2,8487
3	0,65	8,4833	2,1632	9,8420
4	0,98	13,1114	6,8859	20,6993
5	1,30	17,9971	15,3233	32,9261
6	1,63	23,1404	27,7834	45,9230
7	1,95	28,5413	44,4863	59,5503
8	2,27	34,1999	65,6220	73,7484
9	2,60	40,1161	91,3661	88,4865
10	2,93	46,2899	121,8869	103,7474
11	3,25	52,7214	157,3483	119,5204
12	3,58	59,4104	197,9108	135,7914
13	3,90	66,3571	243,7168	152,4201
14	4,23	73,5614	294,8357	169,1972
15	4,55	81,0234	351,3385	186,3368
16	4,88	88,7429	413,3661	203,9608
17	5,20	96,7201	481,0732	222,0738
18	5,53	104,9549	554,6143	240,6757
19	5,85	113,4474	634,1441	259,7665
20	6,17	122,1974	719,8173	279,3463
21	6,50	131,2051	811,7819	299,3366

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 141 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 2

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,6237	0,3620	-15,5419	22,7989
2	0,20	-4,0180	5,9224	-103,9696	63,6037
3	0,40	-20,0567	17,1614	-114,5078	118,5804
4	0,60	-27,8779	39,5699	-1,0731	183,9915
5	0,80	0,0000	74,7879	0,0000	308,3274
6	1,00	0,0000	121,9822	0,0000	533,9129
7	1,20	0,0000	176,4232	0,0000	787,0832
8	1,42	0,0000	311,3582	0,0000	766,2092
9	1,65	0,0000	472,3882	0,0000	759,4185
10	2,80	-652,5312	0,0000	-574,5412	381,7273
11	2,85	-614,5638	0,0000	-566,8158	389,5064
12	3,05	-512,6394	0,0000	-434,1409	89,2437
13	3,25	-477,3036	0,0000	-345,9661	0,0000
14	3,45	-423,1937	0,0000	-338,3746	0,0000
15	3,65	-343,6666	0,0000	-496,4767	0,0000
16	3,86	-258,0663	0,0000	-392,5899	0,0000
17	4,06	-199,1098	0,0000	-303,1590	0,0000
18	4,27	-151,9480	0,0000	-232,0839	0,0000
19	4,47	-113,0610	0,0000	-169,5866	0,0000
20	4,68	-83,0144	0,0000	-126,7295	0,0000
21	4,89	-61,4610	0,0000	-91,7980	0,0000
22	5,09	-47,0121	0,0000	-66,0032	67,7573
23	5,30	-49,4062	0,0000	-51,3100	149,6616
24	5,50	-59,9260	0,0000	-47,8787	35,8718
25	5,70	-57,7422	0,0000	-49,2756	1,6169
26	5,90	-46,5929	0,0000	-102,0209	0,0000
27	6,10	-23,1171	0,0000	-196,5976	0,0000
28	6,30	-5,4860	0,1397	-105,9977	0,0000
29	6,50	0,0000	0,8327	-18,7419	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,2525	1,9616	-11,1033	148,2954
2	0,27	-5,8395	12,7317	-97,9267	174,5168
3	0,53	-21,5121	8,6416	-233,8676	215,6067
4	0,80	-48,3284	1,4941	-376,9923	206,7486
5	1,00	-79,6953	0,0000	-171,0875	192,0686
6	1,20	-89,2052	0,0000	-61,7348	61,7348
7	1,40	-79,6953	0,0000	-192,0686	171,0875
8	1,60	-48,3284	1,4941	-206,7486	376,9923
9	1,87	-21,5121	8,6416	-215,6067	233,8676
10	2,13	-5,8395	12,7317	-174,5168	97,9267
11	2,40	-0,2525	1,9616	-148,2954	11,1033

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 142 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 2

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,001901	0,004524	0,00	0,00	1000,00	202,69	--	--
2	0,33	1,00, 0,53	0,001901	0,004524	7996,25	-619,20	1944,22	209,75	--	--
3	0,65	1,00, 0,56	0,001901	0,004524	4615,80	-1177,00	544,11	216,68	--	--
4	0,98	1,00, 0,60	0,001901	0,004524	1530,84	-803,98	116,76	223,51	--	--
5	1,30	1,00, 0,63	0,001901	0,004524	746,22	-635,36	41,46	230,23	--	--
6	1,63	1,00, 0,66	0,001901	0,004524	497,81	-597,70	21,51	236,87	--	--
7	1,95	1,00, 0,69	0,001901	0,004524	380,43	-592,96	13,33	243,42	--	--
8	2,27	1,00, 0,73	0,001901	0,004524	313,18	-600,92	9,16	249,91	--	--
9	2,60	1,00, 0,76	0,001901	0,004524	270,03	-615,00	6,73	256,33	--	--
10	2,93	1,00, 0,79	0,001901	0,004524	240,21	-632,51	5,19	262,70	--	--
11	3,25	1,00, 0,82	0,001901	0,004524	218,49	-652,10	4,14	269,02	--	--
12	3,58	1,00, 0,86	0,001901	0,004524	202,04	-673,06	3,40	275,29	--	--
13	3,90	1,00, 0,89	0,001901	0,004524	189,22	-694,97	2,85	283,34	--	--
14	4,23	1,00, 0,92	0,001901	0,004524	179,04	-717,58	2,43	292,19	--	--
15	4,55	1,00, 0,95	0,001901	0,004524	170,82	-740,73	2,11	301,04	--	--
16	4,88	1,00, 0,99	0,001901	0,004524	164,08	-764,29	1,85	309,89	--	--
17	5,20	1,00, 1,02	0,001901	0,004524	158,46	-788,15	1,64	318,75	--	--
18	5,53	1,00, 1,05	0,001901	0,004524	153,71	-812,27	1,46	327,61	--	--
19	5,85	1,00, 1,08	0,003801	0,004524	296,71	-1658,54	2,62	396,67	--	--
20	6,17	1,00, 1,12	0,001901	0,004524	146,17	-861,04	1,20	345,37	--	--
21	6,50	1,00, 1,15	0,001901	0,004524	143,14	-885,65	1,09	354,26	--	--

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 143 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 2

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3030,22	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	185,23	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	63,92	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	27,72	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	14,67	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	8,99	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	6,22	443,84	--	--
8	1,42	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	3,52	443,84	--	--
9	1,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	2,32	443,84	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1000,00	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	393,96	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	93,49	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	46,39	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	37,43	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	36,07	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	43,74	443,84	--	--
8	1,41	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	45,97	443,84	--	--
9	1,61	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	35,16	443,84	--	--
10	1,82	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	26,03	443,84	--	--
11	2,03	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	19,12	443,84	--	--
12	2,23	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	14,22	443,84	--	--
13	2,44	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	10,85	443,84	--	--
14	2,64	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	8,37	443,84	--	--
15	2,85	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	6,29	443,84	--	--
16	3,05	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	5,11	443,84	--	--
17	3,25	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	4,53	443,84	--	--
18	3,45	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	4,22	443,84	--	--
19	3,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3,52	443,84	--	--
20	3,70	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3,31	443,84	--	--

### Armature e tensioni piastre

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 144 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione n° 2

X	ascissa sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione

### Piastra fondazione monte

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS
1	-1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	116,31
2	-0,93	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	30,50
3	-0,67	0,000466	0,000466	0,00	228,15	10,61
4	-0,40	0,000466	0,000466	0,00	228,15	4,89
5	-0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	3,26
6	0,00	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,97
7	0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	3,26
8	0,40	0,000466	0,000466	0,00	228,15	4,89
9	0,67	0,000466	0,000466	0,00	228,15	10,61
10	0,93	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	30,50
11	1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	116,31

### Piastra fondazione valle

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS
1	-1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	216,40
2	-0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	17,92
3	-0,67	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	13,34
4	-0,40	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	4,72
5	-0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,86
6	0,00	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,56
7	0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,86
8	0,40	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	4,72
9	0,67	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	13,34
10	0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	17,92
11	1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	216,40



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 145 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Analisi dei pali

#### Combinazione n° 2

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kN]	334,812
Verticale [kN]	1148,594	
Momento [kNm]	84,054	

#### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[m]	0,0048384
Verticale [m]	0,0007607	
Rotazione [°]	-0,00476	

#### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	1	672,84	267,85	469,66	776,40	1361,37
2	1	918,88	267,85	469,66	769,35	1349,00
3	1	1164,91	267,85	469,66	769,35	1349,00

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 146 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

#### Combinazione n° 2

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sfuerzo normale espresso in [kN]
T	taglio espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	sfuerzo normale ultimo espresso in [kN]
T <sub>u</sub>	taglio ultimo espresso in [kN]
CS	coefficiente di sicurezza

#### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	469,66	672,84	267,85	0,010857	1569,07	2247,88	926,76	3,34
2	0,35	379,44	676,17	230,97	0,010857	1614,52	2877,15	927,21	4,26
3	0,70	298,60	679,36	204,98	0,010857	1644,95	3742,51	927,64	5,51
4	1,05	226,86	682,39	180,12	0,010857	1628,92	4899,88	928,05	7,18
5	1,40	163,81	685,28	156,61	0,010857	1501,41	6280,84	928,45	9,17
6	1,75	109,00	688,01	134,61	0,010857	1273,17	8036,23	928,82	11,68
7	2,10	61,89	690,59	114,22	0,010857	906,67	10117,30	929,17	14,65
8	2,45	21,91	693,03	95,53	0,010857	366,24	11584,47	929,50	16,72
9	2,80	-11,52	695,31	78,54	0,010857	193,79	11692,18	929,81	16,82
10	3,15	-39,01	697,45	63,24	0,010857	633,82	11331,09	930,10	16,25
11	3,50	-61,15	699,43	49,61	0,010857	891,06	10192,19	930,37	14,57
12	3,85	-78,51	701,27	37,57	0,010857	1051,12	9388,60	930,62	13,39
13	4,20	-91,66	702,95	27,06	0,010857	1150,57	8823,60	930,85	12,55
14	4,55	-101,13	704,49	17,98	0,010857	1211,84	8441,57	931,06	11,98
15	4,90	-107,43	705,88	10,22	0,010857	1248,27	8202,17	931,25	11,62
16	5,25	-111,00	707,11	3,69	0,010857	1267,49	8074,08	931,42	11,42
17	5,60	-112,30	708,20	-1,72	0,010857	1273,71	8032,61	931,56	11,34
18	5,95	-111,70	709,14	-6,13	0,010857	1269,56	8060,25	931,69	11,37
19	6,30	-109,55	709,92	-9,65	0,004580	995,74	6452,76	493,50	9,09
20	6,65	-106,17	710,56	-12,39	0,004580	982,34	6574,38	493,50	9,25
21	7,00	-101,84	711,05	-14,45	0,004580	963,98	6730,74	493,50	9,47
22	7,35	-96,78	708,53	-19,63	0,004580	942,86	6902,63	493,50	9,74
23	7,70	-89,91	705,83	-23,13	0,004580	910,10	7144,70	493,50	10,12
24	8,05	-81,81	702,96	-25,27	0,004580	866,36	7444,07	493,50	10,59
25	8,40	-72,97	699,92	-26,31	0,004580	811,76	7786,52	493,50	11,12
26	8,75	-63,76	696,71	-26,53	0,004580	746,65	8158,89	493,50	11,71
27	9,10	-54,47	693,32	-26,13	0,004580	671,47	8546,40	493,50	12,33
28	9,45	-45,33	689,76	-25,32	0,004580	587,69	8943,36	493,50	12,97
29	9,80	-36,46	686,03	-24,24	0,004580	483,60	9098,20	493,50	13,26
30	10,15	-27,98	683,13	-20,77	0,004580	375,05	9156,38	493,50	13,40
31	10,50	-20,71	681,32	-17,19	0,004580	279,90	9207,37	493,50	13,51
32	10,85	-14,69	679,23	-13,72	0,004580	200,12	9250,13	493,50	13,62
33	11,20	-9,89	676,88	-10,49	0,004580	135,71	9284,65	493,50	13,72
34	11,55	-6,22	674,25	-7,61	0,004580	85,92	9311,34	493,50	13,81
35	11,90	-3,56	671,35	-5,15	0,004580	49,43	9330,89	493,50	13,90
36	12,25	-1,75	668,18	-3,14	0,004580	24,52	9344,24	493,50	13,98
37	12,60	-0,65	664,74	-1,59	0,004580	9,21	9352,45	493,50	14,07
38	12,95	-0,10	661,03	-0,52	0,004580	1,37	9356,65	493,50	14,15
39	13,30	0,09	657,04	0,07	0,004580	1,23	9356,72	493,50	14,24
40	13,65	0,06	652,79	0,18	0,004580	0,91	9356,90	493,50	14,33
41	14,00	0,00	648,26	0,18	0,004580	0,00	9357,38	493,50	14,43

#### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	469,66	918,88	267,85	0,010681	1619,56	3168,64	671,71	3,45



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da I+190.75 a I+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 147 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

2	0,35	379,44	921,92	230,97	0,010681	1638,88	3982,01	671,71	4,32
3	0,70	298,60	924,78	204,98	0,010681	1615,13	5002,13	671,71	5,41
4	1,05	226,86	927,44	180,12	0,010681	1506,48	6158,85	671,71	6,64
5	1,40	163,81	929,91	156,61	0,010681	1332,73	7565,45	671,71	8,14
6	1,75	109,00	932,18	134,61	0,010681	1074,50	9189,22	671,71	9,86
7	2,10	61,89	934,26	114,22	0,010681	721,62	10893,54	671,71	11,66
8	2,45	21,91	936,15	95,53	0,010681	270,93	11576,29	671,71	12,37
9	2,80	-11,52	937,85	78,54	0,010681	143,23	11655,52	671,71	12,43
10	3,15	-39,01	939,35	63,24	0,010681	475,51	11449,37	671,71	12,19
11	3,50	-61,15	940,65	49,61	0,010681	711,11	10939,01	671,71	11,63
12	3,85	-78,51	941,77	37,57	0,010681	857,88	10290,40	671,71	10,93
13	4,20	-91,66	942,69	27,06	0,010681	955,18	9823,37	671,71	10,42
14	4,55	-101,13	943,42	17,98	0,010681	1018,11	9497,31	671,71	10,07
15	4,90	-107,43	943,95	10,22	0,010681	1056,82	9286,28	671,71	9,84
16	5,25	-111,00	944,29	3,69	0,010681	1077,97	9170,13	671,71	9,71
17	5,60	-112,30	944,44	-1,72	0,010681	1085,47	9128,97	671,71	9,67
18	5,95	-111,70	944,39	-6,13	0,010681	1081,97	9148,17	671,71	9,69
19	6,30	-109,55	944,16	-9,65	0,010681	1069,44	9216,99	671,71	9,76
20	6,65	-106,17	943,72	-12,39	0,010681	1049,35	9327,31	671,71	9,88
21	7,00	-101,84	943,10	-14,45	0,010681	1022,87	9472,67	671,71	10,04
22	7,35	-96,78	938,58	-19,63	0,010681	992,81	9628,39	671,71	10,26
23	7,70	-89,91	933,85	-23,13	0,010681	948,88	9855,62	671,71	10,55
24	8,05	-81,81	928,89	-25,27	0,010681	892,14	10129,26	671,71	10,90
25	8,40	-72,97	923,71	-26,31	0,010681	824,73	10440,32	671,71	11,30
26	8,75	-63,76	918,31	-26,53	0,010681	748,33	10778,08	671,71	11,74
27	9,10	-54,47	912,68	-26,13	0,010681	664,68	11136,61	671,71	12,20
28	9,45	-45,33	906,83	-25,32	0,010681	569,36	11391,14	671,71	12,56
29	9,80	-36,46	900,76	-24,24	0,010681	463,79	11456,64	671,71	12,72
30	10,15	-27,98	895,75	-20,77	0,010681	359,89	11521,10	671,71	12,86
31	10,50	-20,71	892,16	-17,19	0,010681	268,78	11577,63	671,71	12,98
32	10,85	-14,69	888,21	-13,72	0,010681	192,32	11625,06	671,71	13,09
33	11,20	-9,89	883,92	-10,49	0,010681	130,54	11663,39	671,71	13,20
34	11,55	-6,22	879,27	-7,61	0,010681	82,74	11693,05	671,71	13,30
35	11,90	-3,56	874,27	-5,15	0,010681	47,65	11714,82	671,71	13,40
36	12,25	-1,75	868,92	-3,14	0,010681	23,66	11729,70	671,71	13,50
37	12,60	-0,65	863,23	-1,59	0,010681	8,90	11738,86	671,71	13,60
38	12,95	-0,10	857,18	-0,52	0,010681	1,33	11743,56	671,71	13,70
39	13,30	0,09	850,78	0,07	0,010681	1,20	11743,64	671,71	13,80
40	13,65	0,06	844,03	0,18	0,010681	0,88	11743,84	671,71	13,91
41	14,00	0,00	836,93	0,18	0,010681	0,00	11744,38	671,71	14,03

### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 3

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	469,66	1164,91	267,85	0,010681	1639,11	4065,56	877,34	3,49
2	0,35	379,44	1167,67	230,97	0,010681	1616,82	4975,57	877,34	4,26
3	0,70	298,60	1170,20	204,98	0,010681	1526,36	5981,75	877,34	5,11
4	1,05	226,86	1172,49	180,12	0,010681	1385,83	7162,55	877,34	6,11
5	1,40	163,81	1174,54	156,61	0,010681	1188,41	8520,94	877,34	7,25
6	1,75	109,00	1176,35	134,61	0,010681	924,23	9974,50	877,34	8,48
7	2,10	61,89	1177,93	114,22	0,010681	597,57	11373,64	877,34	9,66
8	2,45	21,91	1179,27	95,53	0,010681	215,71	11610,55	877,34	9,85
9	2,80	-11,52	1180,38	78,54	0,010681	113,98	11673,67	877,34	9,89
10	3,15	-39,01	1181,24	63,24	0,010681	380,09	11508,57	877,34	9,74
11	3,50	-61,15	1181,87	49,61	0,010681	588,74	11379,12	877,34	9,63
12	3,85	-78,51	1182,27	37,57	0,010681	723,02	10887,51	877,34	9,21
13	4,20	-91,66	1182,42	27,06	0,010681	813,34	10491,84	877,34	8,87
14	4,55	-101,13	1182,34	17,98	0,010681	873,93	10217,02	877,34	8,64
15	4,90	-107,43	1182,03	10,22	0,010681	911,91	10033,90	877,34	8,49
16	5,25	-111,00	1181,47	3,69	0,010681	933,12	9931,63	877,34	8,41
17	5,60	-112,30	1180,68	-1,72	0,010681	941,01	9893,60	877,34	8,38



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 148 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

18	5,95	-111,70	1179,65	-6,13	0,010681	938,10	9907,60	877,34	8,40
19	6,30	-109,55	1178,39	-9,65	0,010681	926,34	9964,32	877,34	8,46
20	6,65	-106,17	1176,88	-12,39	0,010681	907,24	10056,44	877,34	8,54
21	7,00	-101,84	1175,14	-14,45	0,010681	882,02	10178,06	877,34	8,66
22	7,35	-96,78	1168,64	-19,63	0,010681	853,74	10309,11	877,34	8,82
23	7,70	-89,91	1161,87	-23,13	0,010681	812,27	10496,69	877,34	9,03
24	8,05	-81,81	1154,82	-25,27	0,010681	759,99	10727,64	877,34	9,29
25	8,40	-72,97	1147,50	-26,31	0,010681	698,94	10991,51	877,34	9,58
26	8,75	-63,76	1139,90	-26,53	0,010681	630,91	11279,69	877,34	9,90
27	9,10	-54,47	1132,04	-26,13	0,010681	548,75	11403,93	877,34	10,07
28	9,45	-45,33	1123,90	-25,32	0,010681	462,08	11457,70	877,34	10,19
29	9,80	-36,46	1115,48	-24,24	0,010681	376,29	11510,93	877,34	10,32
30	10,15	-27,98	1108,38	-20,77	0,010681	291,92	11563,27	877,34	10,43
31	10,50	-20,71	1103,00	-17,19	0,010681	217,99	11609,14	877,34	10,53
32	10,85	-14,69	1097,19	-13,72	0,010681	155,99	11647,60	877,34	10,62
33	11,20	-9,89	1090,95	-10,49	0,010681	105,91	11678,68	877,34	10,71
34	11,55	-6,22	1084,29	-7,61	0,010681	67,15	11702,72	877,34	10,79
35	11,90	-3,56	1077,19	-5,15	0,010681	38,69	11720,38	877,34	10,88
36	12,25	-1,75	1069,67	-3,14	0,010681	19,23	11732,45	877,34	10,97
37	12,60	-0,65	1061,71	-1,59	0,010681	7,24	11739,89	877,34	11,06
38	12,95	-0,10	1053,33	-0,52	0,010681	1,08	11743,71	877,34	11,15
39	13,30	0,09	1044,51	0,07	0,010681	0,98	11743,78	877,34	11,24
40	13,65	0,06	1035,27	0,18	0,010681	0,72	11743,94	877,34	11,34
41	14,00	0,00	1025,60	0,18	0,010681	0,00	11744,38	877,34	11,45

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 149 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 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 [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -5,98 Y[m]= 1,99

Raggio del cerchio R[m]= 13,77

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -17,20

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,65

Larghezza della striscia dx[m]= 0,99

Coefficiente di sicurezza C= 2.75

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	63,6428	74.00	61,1781	0,0354	29.26	0	0
2	123,1758	62.20	108,9550	0,0209	29.26	0	0
3	161,9471	54.22	131,3784	0,0167	29.26	0	0
4	192,9300	47.61	142,4893	0,0145	29.10	0	0
5	224,5330	41.76	149,5558	0,0131	21.32	8	5
6	253,9302	36.42	150,7564	0,0121	21.32	8	13
7	273,2808	31.42	142,4779	0,0114	21.32	8	19
8	233,9589	26.68	105,0617	0,0109	21.32	8	25
9	175,3120	22.13	66,0540	0,0105	21.32	8	29
10	106,2766	17.73	32,3625	0,0102	21.32	8	32
11	108,6299	13.43	25,2296	0,0100	21.32	8	35
12	109,2649	9.21	17,4824	0,0099	21.32	8	37
13	111,6759	5.03	9,7996	0,0098	21.32	8	38
14	112,6742	0.89	1,7467	0,0098	21.32	8	39
15	112,2759	-3.25	-6,3711	0,0098	21.32	8	39
16	110,4746	-7.41	-14,2506	0,0098	21.32	8	38
17	107,2411	-11.61	-21,5818	0,0100	21.32	8	36
18	102,5211	-15.87	-28,0397	0,0101	21.32	8	34
19	96,2298	-20.23	-33,2729	0,0104	21.32	8	31
20	88,2441	-24.71	-36,8895	0,0107	21.32	8	27
21	78,3877	-29.36	-38,4359	0,0112	21.32	8	22
22	66,4072	-34.24	-37,3638	0,0118	21.32	8	15
23	51,9270	-39.42	-32,9738	0,0126	21.32	8	8
24	34,2782	-45.03	-24,2496	0,0138	25.87	3	0
25	12,1099	-51.26	-9,4458	0,0156	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 3111,3288$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 861,6528$  [kN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 1070,8031$  [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 171,5503$  [kN]

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 150 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### COMBINAZIONE n° 4

#### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	304,0185	[kN]				
Componente orizzontale della spinta statica	279,2247	[kN]				
Componente verticale della spinta statica	120,2532	[kN]				
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,70	[m]	Y	=	-4,72	
	[m]					
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,95	[°]				
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,70	[m]	Y	=	-7,80	
	[m]					
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	481,0000	[kN]				
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,85	[m]	Y	=	-3,25	
	[m]					

### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	20,00	[kN]				
<u>Risultanti</u>						
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	299,2247	[kN]				
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	939,7590	[kN]				
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	939,7590	[kN]				
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	299,2247	[kN]				
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,10	[m]				
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]				
Risultante in fondazione	986,2467	[kN]				
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,66	[°]				
Momento rispetto al baricentro della fondazione	96,9481	[kNm]				



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 151 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	30,0000	20,0000
2	0,33	4,1128	37,1877	24,5402
3	0,65	8,4833	45,8837	29,7062
4	0,98	13,1114	56,2860	35,4905
5	1,30	17,9971	68,5910	41,8913
6	1,63	23,1404	82,9948	48,9086
7	1,95	28,5413	99,6935	56,5423
8	2,27	34,1999	118,8833	64,7925
9	2,60	40,1161	140,7603	73,6592
10	2,93	46,2899	165,5206	83,1424
11	3,25	52,7214	193,3605	93,2420
12	3,58	59,4104	224,4761	103,9581
13	3,90	66,3571	259,0634	115,2907
14	4,23	73,5614	297,3187	127,2398
15	4,55	81,0234	339,4382	139,8053
16	4,88	88,7429	385,6179	152,9873
17	5,20	96,7201	436,0540	166,7858
18	5,53	104,9549	490,9426	181,2008
19	5,85	113,4474	550,4800	196,2322
20	6,17	122,1974	614,8622	211,8801
21	6,50	131,2051	684,2768	228,0459

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 152 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 4

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,5534	0,3373	-14,2464	20,5521
2	0,20	-3,6819	5,2996	-94,6650	56,8410
3	0,40	-18,3589	15,2734	-106,4072	105,9322
4	0,60	-25,7333	35,2188	-1,2701	164,2795
5	0,80	-0,2603	66,6183	0,0000	276,0810
6	1,00	0,0000	108,7189	0,0000	479,3345
7	1,20	0,0000	157,2490	0,0000	707,6022
8	1,42	0,0000	278,2888	0,0000	688,0758
9	1,65	0,0000	422,7562	0,0000	681,2878
10	2,80	-775,9214	0,0000	-584,5390	187,7555
11	2,85	-740,0212	0,0000	-574,8406	197,1800
12	3,05	-635,5948	0,0000	-456,9390	0,0000
13	3,25	-588,0192	0,0000	-373,8854	0,0000
14	3,45	-526,1492	0,0000	-364,6655	0,0000
15	3,65	-444,0118	0,0000	-494,4786	0,0000
16	3,86	-356,3669	0,0000	-406,3154	0,0000
17	4,06	-290,6481	0,0000	-331,7430	0,0000
18	4,27	-234,9819	0,0000	-272,3533	0,0000
19	4,47	-186,6646	0,0000	-219,7744	0,0000
20	4,68	-146,0368	0,0000	-180,3762	0,0000
21	4,89	-112,9999	0,0000	-148,0244	0,0000
22	5,09	-86,6517	0,0000	-121,8848	0,0000
23	5,30	-73,1654	0,0000	-102,5126	0,2239
24	5,50	-68,0764	0,0000	-89,6736	0,0000
25	5,70	-56,5562	0,0000	-79,6711	0,0000
26	5,90	-41,1984	0,0000	-113,3931	0,0000
27	6,10	-19,8065	0,0000	-158,3288	0,0000
28	6,30	-4,6203	0,0000	-83,0692	0,0000
29	6,50	0,0000	0,7484	-15,4611	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,2101	1,6564	-8,6261	134,2250
2	0,27	-3,7546	11,5198	-88,3780	157,8255
3	0,53	-15,4401	7,3973	-211,1480	174,0971
4	0,80	-43,6740	1,2886	-339,1709	167,9766
5	1,00	-72,0242	0,0000	-152,9272	150,1295
6	1,20	-80,6190	0,0000	-49,3338	49,3338
7	1,40	-72,0242	0,0000	-150,1295	152,9272
8	1,60	-43,6740	1,2886	-167,9766	339,1709
9	1,87	-15,4401	7,3973	-174,0971	211,1480
10	2,13	-3,7546	11,5198	-157,8255	88,3780
11	2,40	-0,2101	1,6564	-134,2250	8,6261



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 153 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,001901	0,004524	0,00	-331,31	11,04	202,69	--	--
2	0,33	1,00, 0,53	0,001901	0,004524	40,33	-364,65	9,81	209,75	--	--
3	0,65	1,00, 0,56	0,001901	0,004524	73,49	-397,47	8,66	216,68	--	--
4	0,98	1,00, 0,60	0,001901	0,004524	100,07	-429,59	7,63	223,51	--	--
5	1,30	1,00, 0,63	0,001901	0,004524	120,94	-460,93	6,72	230,23	--	--
6	1,63	1,00, 0,66	0,001901	0,004524	137,04	-491,51	5,92	236,87	--	--
7	1,95	1,00, 0,69	0,001901	0,004524	149,26	-521,37	5,23	243,42	--	--
8	2,27	1,00, 0,73	0,001901	0,004524	158,40	-550,61	4,63	249,91	--	--
9	2,60	1,00, 0,76	0,001901	0,004524	165,10	-579,30	4,12	256,33	--	--
10	2,93	1,00, 0,79	0,001901	0,004524	169,90	-607,51	3,67	262,70	--	--
11	3,25	1,00, 0,82	0,001901	0,004524	173,22	-635,32	3,29	269,02	--	--
12	3,58	1,00, 0,86	0,001901	0,004524	175,41	-662,78	2,95	275,29	--	--
13	3,90	1,00, 0,89	0,001901	0,004524	176,73	-689,96	2,66	283,34	--	--
14	4,23	1,00, 0,92	0,001901	0,004524	177,37	-716,88	2,41	292,19	--	--
15	4,55	1,00, 0,95	0,001901	0,004524	177,50	-743,61	2,19	301,04	--	--
16	4,88	1,00, 0,99	0,001901	0,004524	177,24	-770,16	2,00	309,89	--	--
17	5,20	1,00, 1,02	0,001901	0,004524	176,68	-796,56	1,83	318,75	--	--
18	5,53	1,00, 1,05	0,001901	0,004524	175,91	-822,85	1,68	327,61	--	--
19	5,85	1,00, 1,08	0,003801	0,004524	346,73	-1682,43	3,06	396,67	--	--
20	6,17	1,00, 1,12	0,001901	0,004524	173,91	-875,09	1,42	345,37	--	--
21	6,50	1,00, 1,15	0,001901	0,004524	172,78	-901,10	1,32	354,26	--	--

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 154 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 4

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3252,53	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	207,00	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	71,83	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	31,15	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	16,47	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	10,09	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	6,98	443,84	--	--
8	1,42	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	3,94	443,84	--	--
9	1,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	2,59	443,84	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1000,00	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	467,77	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	109,12	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	52,46	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	38,21	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	31,75	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	29,54	443,84	--	--
8	1,41	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	24,94	443,84	--	--
9	1,61	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	19,13	443,84	--	--
10	1,82	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	14,80	443,84	--	--
11	2,03	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	11,58	443,84	--	--
12	2,23	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	9,20	443,84	--	--
13	2,44	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	7,44	443,84	--	--
14	2,64	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	6,06	443,84	--	--
15	2,85	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	4,87	443,84	--	--
16	3,05	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	4,11	443,84	--	--
17	3,25	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3,68	443,84	--	--
18	3,45	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3,40	443,84	--	--
19	3,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,92	443,84	--	--
20	3,70	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,79	443,84	--	--

### Armature e tensioni piastre

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 155 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione n° 4

X	ascissa sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione

### Piastra fondazione monte

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS
1	-1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	137,74
2	-0,93	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	34,95
3	-0,67	0,000466	0,000466	0,00	228,15	15,88
4	-0,40	0,000466	0,000466	0,00	228,15	7,24
5	-0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	4,83
6	0,00	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	4,40
7	0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	4,83
8	0,40	0,000466	0,000466	0,00	228,15	7,24
9	0,67	0,000466	0,000466	0,00	228,15	15,88
10	0,93	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	34,95
11	1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	137,74

### Piastra fondazione valle

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS
1	-1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	234,73
2	-0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	19,81
3	-0,67	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	14,78
4	-0,40	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	5,22
5	-0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	3,17
6	0,00	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,83
7	0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	3,17
8	0,40	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	5,22
9	0,67	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	14,78
10	0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	19,81
11	1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	234,73

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 156 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Analisi dei pali

#### Combinazione n° 4

#### Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kN]	299,225
Verticale [kN]	939,759	
Momento [kNm]	-96,948	

#### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[m]	0,0043738
Verticale [m]	0,0006223	
Rotazione [°]	-0,00583	

#### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	1	450,83	239,38	414,50	786,19	1361,34
2	1	751,81	239,38	414,50	779,06	1348,99
3	1	1052,79	239,38	414,50	779,06	1348,99

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 157 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

#### Combinazione n° 4

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sfuerzo normale espresso in [kN]
T	taglio espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	sfuerzo normale ultimo espresso in [kN]
T <sub>u</sub>	taglio ultimo espresso in [kN]
CS	coefficiente di sicurezza

#### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	414,50	450,83	239,38	0,010857	1503,79	1635,57	896,57	3,63
2	0,35	334,25	454,42	205,30	0,010857	1557,15	2116,98	897,06	4,66
3	0,70	262,39	457,90	182,06	0,010857	1610,05	2809,69	897,53	6,14
4	1,05	198,67	461,27	159,85	0,010857	1646,52	3822,85	897,99	8,29
5	1,40	142,72	464,53	138,85	0,010857	1609,97	5240,01	898,43	11,28
6	1,75	94,13	467,67	119,23	0,010857	1412,09	7016,16	898,86	15,00
7	2,10	52,40	470,71	101,06	0,010857	1047,33	9408,97	899,27	19,99
8	2,45	17,03	473,64	84,40	0,010857	415,32	11553,82	899,67	24,39
9	2,80	-12,52	476,46	69,28	0,010857	305,30	11622,53	900,05	24,39
10	3,15	-36,76	479,17	55,68	0,010857	810,49	10563,54	900,42	22,05
11	3,50	-56,25	481,76	43,56	0,010857	1078,83	9239,59	900,77	19,18
12	3,85	-71,50	484,25	32,87	0,010857	1229,49	8327,36	901,11	17,20
13	4,20	-83,00	486,62	23,53	0,010857	1317,59	7724,94	901,44	15,87
14	4,55	-91,24	488,89	15,48	0,010857	1369,97	7340,88	901,74	15,02
15	4,90	-96,65	491,04	8,61	0,010857	1399,87	7111,89	902,04	14,48
16	5,25	-99,67	493,09	2,83	0,010857	1414,44	6997,72	902,31	14,19
17	5,60	-100,66	495,02	-1,96	0,010857	1417,70	6972,15	902,58	14,08
18	5,95	-99,97	496,85	-5,86	0,010857	1411,94	7017,28	902,83	14,12
19	6,30	-97,92	498,56	-8,97	0,004580	1083,26	5515,44	493,50	11,06
20	6,65	-94,78	500,16	-11,38	0,004580	1071,88	5656,30	493,50	11,31
21	7,00	-90,80	501,65	-13,18	0,004580	1056,40	5836,44	493,50	11,63
22	7,35	-86,19	500,93	-17,73	0,004580	1038,48	6035,84	493,50	12,05
23	7,70	-79,98	500,07	-20,79	0,004580	1010,41	6317,54	493,50	12,63
24	8,05	-72,70	499,09	-22,63	0,004580	971,53	6669,22	493,50	13,36
25	8,40	-64,78	497,98	-23,52	0,004580	920,06	7072,39	493,50	14,20
26	8,75	-56,55	496,74	-23,67	0,004580	855,61	7515,57	493,50	15,13
27	9,10	-48,27	495,38	-23,29	0,004580	777,82	7983,22	493,50	16,12
28	9,45	-40,11	493,89	-22,54	0,004580	687,70	8467,09	493,50	17,14
29	9,80	-32,22	492,27	-21,57	0,004580	585,95	8951,35	493,50	18,18
30	10,15	-24,68	491,26	-18,44	0,004580	457,69	9112,09	493,50	18,55
31	10,50	-18,22	491,06	-15,24	0,004580	340,43	9174,93	493,50	18,68
32	10,85	-12,89	490,65	-12,13	0,004580	242,37	9227,49	493,50	18,81
33	11,20	-8,64	490,05	-9,25	0,004580	163,48	9269,77	493,50	18,92
34	11,55	-5,40	489,25	-6,69	0,004580	102,75	9302,31	493,50	19,01
35	11,90	-3,06	488,24	-4,51	0,004580	58,48	9326,04	493,50	19,10
36	12,25	-1,48	487,04	-2,72	0,004580	28,48	9342,12	493,50	19,18
37	12,60	-0,53	485,63	-1,36	0,004580	10,25	9351,89	493,50	19,26
38	12,95	-0,06	484,03	-0,42	0,004580	1,10	9356,80	493,50	19,33
39	13,30	0,09	482,22	0,09	0,004580	1,76	9356,44	493,50	19,40
40	13,65	0,06	480,22	0,17	0,004580	1,17	9356,76	493,50	19,48
41	14,00	0,00	478,01	0,17	0,004580	0,00	9357,38	493,50	19,58

#### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	414,50	751,81	239,38	0,010681	1607,03	2914,77	671,71	3,88



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da I+190.75 a I+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 158 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

2	0,35	334,25	755,05	205,30	0,010681	1636,21	3696,14	671,71	4,90
3	0,70	262,39	758,13	182,06	0,010681	1628,49	4705,19	671,71	6,21
4	1,05	198,67	761,04	159,85	0,010681	1536,78	5886,90	671,71	7,74
5	1,40	142,72	763,79	138,85	0,010681	1366,30	7311,83	671,71	9,57
6	1,75	94,13	766,38	119,23	0,010681	1106,46	9008,95	671,71	11,76
7	2,10	52,40	768,80	101,06	0,010681	737,69	10824,06	671,71	14,08
8	2,45	17,03	771,06	84,40	0,010681	255,82	11585,67	671,71	15,03
9	2,80	-12,52	773,16	69,28	0,010681	188,23	11627,60	671,71	15,04
10	3,15	-36,76	775,09	55,68	0,010681	541,14	11408,65	671,71	14,72
11	3,50	-56,25	776,85	43,56	0,010681	772,77	10672,37	671,71	13,74
12	3,85	-71,50	778,46	32,87	0,010681	918,59	10001,68	671,71	12,85
13	4,20	-83,00	779,90	23,53	0,010681	1013,36	9521,91	671,71	12,21
14	4,55	-91,24	781,18	15,48	0,010681	1073,74	9193,38	671,71	11,77
15	4,90	-96,65	782,29	8,61	0,010681	1110,32	8986,50	671,71	11,49
16	5,25	-99,67	783,24	2,83	0,010681	1129,40	8875,40	671,71	11,33
17	5,60	-100,66	784,02	-1,96	0,010681	1135,16	8841,85	671,71	11,28
18	5,95	-99,97	784,64	-5,86	0,010681	1130,20	8870,73	671,71	11,31
19	6,30	-97,92	785,10	-8,97	0,010681	1116,40	8951,11	671,71	11,40
20	6,65	-94,78	785,40	-11,38	0,010681	1095,15	9074,82	671,71	11,55
21	7,00	-90,80	785,53	-13,18	0,010681	1066,97	9230,55	671,71	11,75
22	7,35	-86,19	782,36	-17,73	0,010681	1035,73	9402,09	671,71	12,02
23	7,70	-79,98	779,01	-20,79	0,010681	990,02	9642,89	671,71	12,38
24	8,05	-72,70	775,48	-22,63	0,010681	931,75	9938,21	671,71	12,82
25	8,40	-64,78	771,75	-23,52	0,010681	862,18	10270,93	671,71	13,31
26	8,75	-56,55	767,83	-23,67	0,010681	782,83	10628,89	671,71	13,84
27	9,10	-48,27	763,73	-23,29	0,010681	695,55	11005,88	671,71	14,41
28	9,45	-40,11	759,43	-22,54	0,010681	600,66	11371,72	671,71	14,97
29	9,80	-32,22	754,95	-21,57	0,010681	488,35	11441,40	671,71	15,16
30	10,15	-24,68	751,37	-18,44	0,010681	377,99	11509,87	671,71	15,32
31	10,50	-18,22	748,99	-15,24	0,010681	281,46	11569,76	671,71	15,45
32	10,85	-12,89	746,31	-12,13	0,010681	200,66	11619,89	671,71	15,57
33	11,20	-8,64	743,33	-9,25	0,010681	135,57	11660,27	671,71	15,69
34	11,55	-5,40	740,05	-6,69	0,010681	85,38	11691,41	671,71	15,80
35	11,90	-3,06	736,48	-4,51	0,010681	48,70	11714,17	671,71	15,91
36	12,25	-1,48	732,61	-2,72	0,010681	23,78	11729,63	671,71	16,01
37	12,60	-0,53	728,45	-1,36	0,010681	8,58	11739,06	671,71	16,12
38	12,95	-0,06	723,98	-0,42	0,010681	0,92	11743,81	671,71	16,22
39	13,30	0,09	719,22	0,09	0,010681	1,48	11743,46	671,71	16,33
40	13,65	0,06	714,17	0,17	0,010681	0,99	11743,77	671,71	16,44
41	14,00	0,00	708,82	0,17	0,010681	0,00	11744,38	671,71	16,57

### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 3

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	414,50	1052,79	239,38	0,010681	1639,38	4163,86	877,34	3,96
2	0,35	334,25	1055,68	205,30	0,010681	1609,87	5084,59	877,34	4,82
3	0,70	262,39	1058,36	182,06	0,010681	1512,93	6102,42	877,34	5,77
4	1,05	198,67	1060,82	159,85	0,010681	1367,57	7302,27	877,34	6,88
5	1,40	142,72	1063,06	138,85	0,010681	1164,12	8670,82	877,34	8,16
6	1,75	94,13	1065,08	119,23	0,010681	894,25	10119,04	877,34	9,50
7	2,10	52,40	1066,89	101,06	0,010681	559,72	11397,12	877,34	10,68
8	2,45	17,03	1068,48	84,40	0,010681	185,31	11629,41	877,34	10,88
9	2,80	-12,52	1069,85	69,28	0,010681	136,40	11659,76	877,34	10,90
10	3,15	-36,76	1071,01	55,68	0,010681	394,74	11499,48	877,34	10,74
11	3,50	-56,25	1071,95	43,56	0,010681	596,86	11374,08	877,34	10,61
12	3,85	-71,50	1072,67	32,87	0,010681	725,09	10878,55	877,34	10,14
13	4,20	-83,00	1073,17	23,53	0,010681	811,94	10498,19	877,34	9,78
14	4,55	-91,24	1073,46	15,48	0,010681	869,97	10235,70	877,34	9,54
15	4,90	-96,65	1073,53	8,61	0,010681	905,97	10062,53	877,34	9,37
16	5,25	-99,67	1073,39	2,83	0,010681	925,57	9968,05	877,34	9,29
17	5,60	-100,66	1073,02	-1,96	0,010681	932,11	9936,49	877,34	9,26

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 159 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

18	5,95	-99,97	1072,44	-5,86	0,010681	928,07	9955,98	877,34	9,28
19	6,30	-97,92	1071,64	-8,97	0,010681	915,32	10017,45	877,34	9,35
20	6,65	-94,78	1070,63	-11,38	0,010681	895,35	10113,73	877,34	9,45
21	7,00	-90,80	1069,40	-13,18	0,010681	869,33	10238,58	877,34	9,57
22	7,35	-86,19	1063,80	-17,73	0,010681	840,18	10370,47	877,34	9,75
23	7,70	-79,98	1057,96	-20,79	0,010681	798,31	10559,86	877,34	9,98
24	8,05	-72,70	1051,86	-22,63	0,010681	745,75	10789,22	877,34	10,26
25	8,40	-64,78	1045,52	-23,52	0,010681	684,78	11051,47	877,34	10,57
26	8,75	-56,55	1038,92	-23,67	0,010681	617,16	11337,92	877,34	10,91
27	9,10	-48,27	1032,07	-23,29	0,010681	533,75	11413,24	877,34	11,06
28	9,45	-40,11	1024,98	-22,54	0,010681	448,73	11465,98	877,34	11,19
29	9,80	-32,22	1017,63	-21,57	0,010681	364,72	11518,10	877,34	11,32
30	10,15	-24,68	1011,48	-18,44	0,010681	282,24	11569,28	877,34	11,44
31	10,50	-18,22	1006,92	-15,24	0,010681	210,16	11614,00	877,34	11,53
32	10,85	-12,89	1001,96	-12,13	0,010681	149,87	11651,40	877,34	11,63
33	11,20	-8,64	996,61	-9,25	0,010681	101,30	11681,53	877,34	11,72
34	11,55	-5,40	990,86	-6,69	0,010681	63,84	11704,78	877,34	11,81
35	11,90	-3,06	984,72	-4,51	0,010681	36,45	11721,77	877,34	11,90
36	12,25	-1,48	978,19	-2,72	0,010681	17,81	11733,33	877,34	11,99
37	12,60	-0,53	971,26	-1,36	0,010681	6,43	11740,39	877,34	12,09
38	12,95	-0,06	963,94	-0,42	0,010681	0,69	11743,95	877,34	12,18
39	13,30	0,09	956,23	0,09	0,010681	1,12	11743,69	877,34	12,28
40	13,65	0,06	948,12	0,17	0,010681	0,74	11743,92	877,34	12,39
41	14,00	0,00	939,62	0,17	0,010681	0,00	11744,38	877,34	12,50

### COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	244,9530	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	224,9762	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	96,8901	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,70	[m]	Y	=	-4,65
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,76	[°]			
Incremento sismico della spinta	240,3473	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,70	[m]	Y	=	-3,90
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	45,70	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,70	[m]	Y	=	-7,80
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	518,1711	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,85	[m]	Y	=	-3,25
Inerzia del muro	96,7415	[kN]			
Inerzia verticale del muro	48,3707	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	148,0880	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	74,0440	[kN]			
<b>Risultanti</b>					
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	690,5518	[kN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1171,0501	[kN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1171,0501	[kN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	690,5518	[kN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,95	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]			
Risultante in fondazione	1359,4926	[kN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	30,53	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1117,5394	[kNm]			



**QUADRILATERO**  
Marche Umbria S.p.A.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 160 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------





## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 161 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 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 kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1128	2,1249	13,3771
3	0,65	8,4833	8,6246	27,3785
4	0,98	13,1114	19,7594	42,4098
5	1,30	17,9971	35,8682	58,3796
6	1,63	23,1404	57,1787	74,9114
7	1,95	28,5413	83,8643	91,9846
8	2,27	34,1999	116,0961	109,5953
9	2,60	40,1161	154,0441	127,7415
10	2,93	46,2899	197,8780	146,4219
11	3,25	52,7214	247,7671	165,6361
12	3,58	59,4104	303,8806	185,3835
13	3,90	66,3571	366,3875	205,6640
14	4,23	73,5614	435,4568	226,4762
15	4,55	81,0234	511,2531	247,7885
16	4,88	88,7429	593,9303	269,5857
17	5,20	96,7201	683,6476	291,9039
18	5,53	104,9549	780,5726	314,7541
19	5,85	113,4474	884,8741	338,1364
20	6,17	122,1974	996,7208	362,0510
21	6,50	131,2051	1116,2751	386,4244

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 162 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 5

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-1,1809	0,5580	-25,7521	40,5628
2	0,20	-6,6799	10,8551	-177,6344	218,1454
3	0,40	-33,5027	32,1140	-181,9339	218,7442
4	0,60	-44,8625	74,0293	-0,0262	340,0625
5	0,80	0,0000	139,4886	0,0000	563,6797
6	1,00	0,0000	227,0237	0,0000	966,1245
7	1,20	0,0000	328,2764	0,0000	1416,5373
8	1,42	0,0000	573,2572	0,0000	1384,9949
9	1,65	0,0000	865,4577	0,0000	1378,1939
10	2,80	-1310,6411	0,0000	-694,0749	193,2840
11	2,85	-1270,3455	0,0000	-686,1867	200,8036
12	3,05	-1142,6858	0,0000	-584,6931	0,0000
13	3,25	-1081,0749	0,0000	-522,8819	0,0000
14	3,45	-990,2728	0,0000	-542,2649	0,0000
15	3,65	-871,7401	0,0000	-717,7666	0,0000
16	3,86	-741,8321	0,0000	-622,3531	0,0000
17	4,06	-634,5250	0,0000	-546,4916	0,0000
18	4,27	-535,5332	0,0000	-490,7450	0,0000
19	4,47	-444,1761	0,0000	-445,1874	0,0000
20	4,68	-360,2506	0,0000	-405,1500	0,0000
21	4,89	-283,9738	0,0000	-372,0796	0,0000
22	5,09	-215,7177	0,0000	-344,7108	0,0000
23	5,30	-156,0840	0,0000	-323,7588	0,0000
24	5,50	-107,1462	0,0000	-254,7468	0,0000
25	5,70	-67,3299	0,0000	-189,8999	0,0000
26	5,90	-36,9286	0,0000	-136,6436	0,0000
27	6,10	-15,7610	0,0000	-89,6762	0,0000
28	6,30	-3,5084	0,0000	-45,8361	0,0000
29	6,50	0,0000	0,6649	-7,6387	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,5884	1,7061	-10,9087	259,9743
2	0,27	-4,1294	22,3292	-173,5016	306,7613
3	0,53	-30,2292	11,3044	-413,7440	304,3453
4	0,80	-85,1902	9,9302	-677,0392	267,9721
5	1,00	-140,4481	15,2879	-316,0650	188,9112
6	1,20	-157,2055	16,9549	-106,9802	106,9802
7	1,40	-140,4481	15,2879	-188,9112	316,0650
8	1,60	-85,1902	9,9302	-267,9721	677,0392
9	1,87	-30,2292	11,3044	-304,3453	413,7440
10	2,13	-4,1294	22,3292	-306,7613	173,5016
11	2,40	-0,5884	1,7061	-259,9743	10,9087

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 163 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,001901	0,004524	0,00	0,00	1000,00	202,69	--	--
2	0,33	1,00, 0,53	0,001901	0,004524	1247,72	-644,65	303,37	209,75	--	--
3	0,65	1,00, 0,56	0,001901	0,004524	493,43	-501,65	58,17	216,68	--	--
4	0,98	1,00, 0,60	0,001901	0,004524	324,26	-488,67	24,73	223,51	--	--
5	1,30	1,00, 0,63	0,001901	0,004524	249,23	-496,72	13,85	230,23	--	--
6	1,63	1,00, 0,66	0,001901	0,004524	207,28	-512,18	8,96	236,87	--	--
7	1,95	1,00, 0,69	0,001901	0,004524	180,76	-531,13	6,33	243,42	--	--
8	2,27	1,00, 0,73	0,001901	0,004524	162,60	-551,98	4,75	249,91	--	--
9	2,60	1,00, 0,76	0,001901	0,004524	149,48	-573,98	3,73	256,33	--	--
10	2,93	1,00, 0,79	0,001901	0,004524	139,60	-596,74	3,02	262,70	--	--
11	3,25	1,00, 0,82	0,001901	0,004524	131,93	-620,01	2,50	269,02	--	--
12	3,58	1,00, 0,86	0,001901	0,004524	125,84	-643,65	2,12	275,29	--	--
13	3,90	1,00, 0,89	0,001901	0,004524	120,90	-667,57	1,82	283,34	--	--
14	4,23	1,00, 0,92	0,001901	0,004524	116,85	-691,70	1,59	292,19	--	--
15	4,55	1,00, 0,95	0,001901	0,004524	113,47	-716,00	1,40	301,04	--	--
16	4,88	1,00, 0,99	0,001901	0,004524	110,63	-740,43	1,25	309,89	--	--
17	5,20	1,00, 1,02	0,001901	0,004524	108,23	-764,98	1,12	318,75	--	--
18	5,53	1,00, 1,05	0,001901	0,004524	106,17	-789,62	1,01	327,61	--	--
19	5,85	1,00, 1,08	0,003801	0,004524	207,15	-1615,78	1,83	396,67	--	--
20	6,17	1,00, 1,12	0,001901	0,004524	102,87	-839,11	0,84	345,37	--	--
21	6,50	1,00, 1,15	0,001901	0,004524	101,55	-863,96	0,77	354,26	--	--

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 164 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 5

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1830,12	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	101,06	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	34,16	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	14,82	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	7,86	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	4,83	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	3,34	443,84	--	--
8	1,42	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1,91	443,84	--	--
9	1,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1,27	443,84	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1000,00	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	616,02	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	137,13	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	58,53	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	32,10	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	20,17	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	13,85	443,84	--	--
8	1,41	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	10,02	443,84	--	--
9	1,61	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	7,61	443,84	--	--
10	1,82	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	6,00	443,84	--	--
11	2,03	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	4,87	443,84	--	--
12	2,23	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	4,04	443,84	--	--
13	2,44	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3,41	443,84	--	--
14	2,64	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,91	443,84	--	--
15	2,85	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,48	443,84	--	--
16	3,05	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,18	443,84	--	--
17	3,25	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,00	443,84	--	--
18	3,45	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,89	443,84	--	--
19	3,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,70	443,84	--	--
20	3,70	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,65	443,84	--	--

### Armature e tensioni piastre

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 165 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione n° 5

X	ascissa sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione

### Piastra fondazione monte

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS
1	-1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	186,82
2	-0,93	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	22,68
3	-0,67	0,000466	0,000466	0,00	228,15	20,18
4	-0,40	0,000466	0,000466	0,00	228,15	18,39
5	-0,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	7,62
6	0,00	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	6,74
7	0,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	7,62
8	0,40	0,000466	0,000466	0,00	228,15	18,39
9	0,67	0,000466	0,000466	0,00	228,15	20,18
10	0,93	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	22,68
11	1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	186,82

### Piastra fondazione valle

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS
1	-1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	133,72
2	-0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	10,22
3	-0,67	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	7,55
4	-0,40	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,68
5	-0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	1,62
6	0,00	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	1,45
7	0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	1,62
8	0,40	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,68
9	0,67	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	7,55
10	0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	10,22
11	1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	133,72

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 166 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Analisi dei pali

#### Combinazione n° 5

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kN]	690,552
Verticale [kN]		1171,050
Momento [kNm]		-1117,539

#### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[m]	0,0103521
Verticale [m]		0,0007754
Rotazione [°]		-0,02161

#### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	1	-179,19	552,44	929,38	809,24	1361,40
2	1	936,84	552,44	929,38	801,90	1349,05
3	1	2052,87	552,44	929,38	801,90	1349,05

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 167 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

#### Combinazione n° 5

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sforzio normale espresso in [kN]
T	taglio espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	sforzio normale ultimo espresso in [kN]
T <sub>u</sub>	taglio ultimo espresso in [kN]
CS	coefficiente di sicurezza

#### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	929,38	-179,19	552,44	0,010857	1177,79	-227,08	835,27	1,27
2	0,35	739,55	-174,82	512,41	0,010857	1163,73	-275,09	835,27	1,57
3	0,70	560,21	-170,44	472,23	0,010857	1142,49	-347,59	835,27	2,04
4	1,05	394,93	-166,05	421,34	0,010857	1107,86	-465,81	835,27	2,81
5	1,40	247,46	-161,66	359,89	0,010857	1044,45	-682,30	835,27	4,22
6	1,75	121,50	-157,25	303,20	0,010857	902,25	-1167,75	835,27	7,43
7	2,10	15,38	-152,84	251,40	0,010857	318,14	-3161,85	835,27	20,69
8	2,45	-72,61	-148,42	204,48	0,010857	778,30	-1590,90	835,27	10,72
9	2,80	-144,18	-143,99	162,40	0,010857	962,69	-961,43	835,27	6,68
10	3,15	-201,02	-139,55	125,00	0,010857	1034,03	-717,85	835,27	5,14
11	3,50	-244,77	-135,11	92,09	0,010857	1071,13	-591,23	835,27	4,38
12	3,85	-277,00	-130,65	63,43	0,010857	1093,26	-515,65	835,27	3,95
13	4,20	-299,20	-126,19	38,74	0,010857	1107,49	-467,08	835,27	3,70
14	4,55	-312,76	-121,71	17,73	0,010857	1116,98	-434,68	835,27	3,57
15	4,90	-318,97	-117,23	0,09	0,010857	1123,37	-412,88	835,27	3,52
16	5,25	-319,00	-112,74	-14,50	0,010857	1127,58	-398,51	835,27	3,53
17	5,60	-313,92	-108,24	-26,36	0,010857	1130,16	-389,69	835,27	3,60
18	5,95	-304,70	-103,74	-35,79	0,010857	1131,47	-385,22	835,27	3,71
19	6,30	-292,17	-99,22	-43,10	0,004580	516,72	-175,48	493,50	1,77
20	6,65	-277,08	-94,70	-48,58	0,004580	516,40	-176,48	493,50	1,86
21	7,00	-260,08	-90,16	-52,51	0,004580	515,67	-178,77	493,50	1,98
22	7,35	-241,70	-85,46	-61,71	0,004580	514,65	-181,96	493,50	2,13
23	7,70	-220,10	-80,74	-67,21	0,004580	512,69	-188,08	493,50	2,33
24	8,05	-196,58	-76,02	-69,77	0,004580	509,80	-197,14	493,50	2,59
25	8,40	-172,16	-71,28	-70,08	0,004580	505,86	-209,45	493,50	2,94
26	8,75	-147,63	-66,54	-68,74	0,004580	500,68	-225,65	493,50	3,39
27	9,10	-123,57	-61,78	-66,26	0,004580	493,88	-246,92	493,50	4,00
28	9,45	-100,38	-57,01	-63,08	0,004580	484,79	-275,37	493,50	4,83
29	9,80	-78,30	-52,24	-59,53	0,004580	472,13	-314,99	493,50	6,03
30	10,15	-57,46	-47,51	-49,16	0,004580	453,07	-374,61	493,50	7,88
31	10,50	-40,26	-42,85	-39,13	0,004580	427,40	-454,92	493,50	10,62
32	10,85	-26,56	-38,17	-29,84	0,004580	392,51	-564,07	493,50	14,78
33	11,20	-16,11	-33,47	-21,57	0,004580	344,25	-715,08	493,50	21,36
34	11,55	-8,56	-28,76	-14,47	0,004580	276,28	-927,72	493,50	32,26
35	11,90	-3,50	-24,03	-8,64	0,004580	179,33	-1231,05	493,50	51,23
36	12,25	-0,48	-19,29	-4,11	0,004580	41,24	-1663,08	493,50	86,22
37	12,60	0,96	-14,53	-0,89	0,004580	98,06	-1485,30	493,50	102,22
38	12,95	1,27	-9,76	1,02	0,004580	165,89	-1273,10	493,50	130,50
39	13,30	0,91	-4,97	1,64	0,004580	209,33	-1137,19	493,50	228,99
40	13,65	0,34	-0,16	0,97	0,004580	497,67	-235,09	493,50	1000,00
41	14,00	0,00	4,66	0,97	0,004580	0,00	9357,38	493,50	1000,00

#### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	929,38	936,84	552,44	0,010681	1474,82	1486,66	671,71	1,59



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da I+190.75 a I+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 168 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

2	0,35	739,55	939,87	512,41	0,010681	1527,68	1941,46	671,71	2,07
3	0,70	560,21	942,70	472,23	0,010681	1593,35	2681,22	671,71	2,84
4	1,05	394,93	945,33	421,34	0,010681	1638,72	3922,54	671,71	4,15
5	1,40	247,46	947,77	359,89	0,010681	1536,86	5886,10	671,71	6,21
6	1,75	121,50	950,01	303,20	0,010681	1132,67	8856,36	671,71	9,32
7	2,10	15,38	952,06	251,40	0,010681	187,82	11627,85	671,71	12,21
8	2,45	-72,61	953,90	204,48	0,010681	802,40	10541,36	671,71	11,05
9	2,80	-144,18	955,55	162,40	0,010681	1238,23	8206,41	671,71	8,59
10	3,15	-201,02	957,01	125,00	0,010681	1430,20	6808,89	671,71	7,11
11	3,50	-244,77	958,27	92,09	0,010681	1526,83	5977,52	671,71	6,24
12	3,85	-277,00	959,33	63,43	0,010681	1579,70	5470,92	671,71	5,70
13	4,20	-299,20	960,19	38,74	0,010681	1605,53	5152,47	671,71	5,37
14	4,55	-312,76	960,86	17,73	0,010681	1617,27	4968,57	671,71	5,17
15	4,90	-318,97	961,34	0,09	0,010681	1621,51	4887,06	671,71	5,08
16	5,25	-319,00	961,61	-14,50	0,010681	1621,47	4887,89	671,71	5,08
17	5,60	-313,92	961,69	-26,36	0,010681	1618,02	4956,76	671,71	5,15
18	5,95	-304,70	961,57	-35,79	0,010681	1610,08	5081,17	671,71	5,28
19	6,30	-292,17	961,26	-43,10	0,010681	1598,68	5259,79	671,71	5,47
20	6,65	-277,08	960,75	-48,58	0,010681	1579,23	5475,77	671,71	5,70
21	7,00	-260,08	960,04	-52,51	0,010681	1553,50	5734,53	671,71	5,97
22	7,35	-241,70	955,38	-61,71	0,010681	1522,41	6017,75	671,71	6,30
23	7,70	-220,10	950,50	-67,21	0,010681	1479,93	6391,03	671,71	6,72
24	8,05	-196,58	945,39	-69,77	0,010681	1424,81	6852,26	671,71	7,25
25	8,40	-172,16	940,05	-70,08	0,010681	1354,88	7398,17	671,71	7,87
26	8,75	-147,63	934,49	-68,74	0,010681	1266,87	8019,26	671,71	8,58
27	9,10	-123,57	928,70	-66,26	0,010681	1158,40	8706,15	671,71	9,37
28	9,45	-100,38	922,68	-63,08	0,010681	1027,65	9446,46	671,71	10,24
29	9,80	-78,30	916,44	-59,53	0,010681	873,22	10220,47	671,71	11,15
30	10,15	-57,46	911,28	-49,16	0,010681	694,32	11011,06	671,71	12,08
31	10,50	-40,26	907,55	-39,13	0,010681	506,98	11429,85	671,71	12,59
32	10,85	-26,56	903,47	-29,84	0,010681	339,05	11534,03	671,71	12,77
33	11,20	-16,11	899,03	-21,57	0,010681	208,18	11615,23	671,71	12,92
34	11,55	-8,56	894,24	-14,47	0,010681	111,82	11675,01	671,71	13,06
35	11,90	-3,50	889,09	-8,64	0,010681	46,13	11715,76	671,71	13,18
36	12,25	-0,48	883,58	-4,11	0,010681	6,35	11740,44	671,71	13,29
37	12,60	0,96	877,72	-0,89	0,010681	12,83	11736,42	671,71	13,37
38	12,95	1,27	871,50	1,02	0,010681	17,12	11733,76	671,71	13,46
39	13,30	0,91	864,92	1,64	0,010681	12,40	11736,69	671,71	13,57
40	13,65	0,34	857,99	0,97	0,010681	4,66	11741,49	671,71	13,68
41	14,00	0,00	850,70	0,97	0,010681	0,00	11744,38	671,71	13,81

### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 3

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	929,38	2052,87	552,44	0,010681	1634,21	3609,74	877,34	1,76
2	0,35	739,55	2054,60	512,41	0,010681	1634,66	4541,34	877,34	2,21
3	0,70	560,21	2055,94	472,23	0,010681	1556,10	5710,82	877,34	2,78
4	1,05	394,93	2056,88	421,34	0,010681	1381,64	7195,88	877,34	3,50
5	1,40	247,46	2057,44	359,89	0,010681	1093,00	9087,33	877,34	4,42
6	1,75	121,50	2057,59	303,20	0,010681	659,03	11160,57	877,34	5,42
7	2,10	15,38	2057,35	251,40	0,010681	87,38	11690,17	877,34	5,68
8	2,45	-72,61	2056,72	204,48	0,010681	405,73	11492,66	877,34	5,59
9	2,80	-144,18	2055,70	162,40	0,010681	754,16	10752,83	877,34	5,23
10	3,15	-201,02	2054,27	125,00	0,010681	959,21	9802,50	877,34	4,77
11	3,50	-244,77	2052,46	92,09	0,010681	1087,41	9118,29	877,34	4,44
12	3,85	-277,00	2050,25	63,43	0,010681	1168,13	8646,08	877,34	4,22
13	4,20	-299,20	2047,65	38,74	0,010681	1218,21	8337,08	877,34	4,07
14	4,55	-312,76	2044,65	17,73	0,010681	1246,76	8150,62	877,34	3,99
15	4,90	-318,97	2041,26	0,09	0,010681	1260,05	8063,80	877,34	3,95
16	5,25	-319,00	2037,47	-14,50	0,010681	1261,27	8055,84	877,34	3,95
17	5,60	-313,92	2033,29	-26,36	0,010681	1252,55	8112,83	877,34	3,99



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 169 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

18	5,95	-304,70	2028,72	-35,79	0,010681	1235,35	8225,18	877,34	4,05
19	6,30	-292,17	2023,75	-43,10	0,010681	1210,50	8384,67	877,34	4,14
20	6,65	-277,08	2018,38	-48,58	0,010681	1178,31	8583,29	877,34	4,25
21	7,00	-260,08	2012,62	-52,51	0,010681	1139,39	8817,23	877,34	4,38
22	7,35	-241,70	1998,94	-61,71	0,010681	1096,39	9067,57	877,34	4,54
23	7,70	-220,10	1984,81	-67,21	0,010681	1040,02	9378,57	877,34	4,73
24	8,05	-196,58	1970,21	-69,77	0,010681	971,63	9738,18	877,34	4,94
25	8,40	-172,16	1955,17	-70,08	0,010681	891,97	10130,03	877,34	5,18
26	8,75	-147,63	1939,67	-68,74	0,010681	802,33	10541,67	877,34	5,43
27	9,10	-123,57	1923,71	-66,26	0,010681	704,49	10967,60	877,34	5,70
28	9,45	-100,38	1907,31	-63,08	0,010681	598,53	11373,05	877,34	5,96
29	9,80	-78,30	1890,44	-59,53	0,010681	474,25	11450,15	877,34	6,06
30	10,15	-57,46	1875,76	-49,16	0,010681	353,07	11525,33	877,34	6,14
31	10,50	-40,26	1863,95	-39,13	0,010681	250,29	11589,10	877,34	6,22
32	10,85	-26,56	1851,42	-29,84	0,010681	166,99	11640,78	877,34	6,29
33	11,20	-16,11	1838,18	-21,57	0,010681	102,39	11680,86	877,34	6,35
34	11,55	-8,56	1824,22	-14,47	0,010681	54,98	11710,27	877,34	6,42
35	11,90	-3,50	1809,55	-8,64	0,010681	22,69	11730,30	877,34	6,48
36	12,25	-0,48	1794,16	-4,11	0,010681	3,13	11742,44	877,34	6,54
37	12,60	0,96	1778,06	-0,89	0,010681	6,33	11740,45	877,34	6,60
38	12,95	1,27	1761,25	1,02	0,010681	8,47	11739,13	877,34	6,67
39	13,30	0,91	1743,72	1,64	0,010681	6,15	11740,56	877,34	6,73
40	13,65	0,34	1725,47	0,97	0,010681	2,32	11742,94	877,34	6,81
41	14,00	0,00	1706,51	0,97	0,010681	0,00	11744,38	877,34	6,88

### COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	244,9530	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	224,9762	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	96,8901	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,70	[m]	Y	=	-4,65
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,76	[°]			
Incremento sismico della spinta	196,9022	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,70	[m]	Y	=	-3,90
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	39,88	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,70	[m]	Y	=	-7,80
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	518,1711	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,85	[m]	Y	=	-3,25
Inerzia del muro	96,7415	[kN]			
Inerzia verticale del muro	-48,3707	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	148,0880	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-74,0440	[kN]			

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	650,6498	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	909,0361	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	909,0361	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	650,6498	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,31	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5,81	[m]
Risultante in fondazione	1117,8962	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	35,59	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1191,8008	[kNm]



**QUADRILATERO**  
Marche Umbria S.p.A.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 170 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 171 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 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 kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1128	1,8704	11,8103
3	0,65	8,4833	7,6062	24,2450
4	0,98	13,1114	17,4681	37,7096
5	1,30	17,9971	31,7947	52,1126
6	1,63	23,1404	50,8138	67,0777
7	1,95	28,5413	74,6989	82,5842
8	2,27	34,1999	103,6210	98,6282
9	2,60	40,1161	137,7501	115,2076
10	2,93	46,2899	177,2559	132,3213
11	3,25	52,7214	222,3077	149,9687
12	3,58	59,4104	273,0746	168,1494
13	3,90	66,3571	329,7259	186,8631
14	4,23	73,5614	392,4303	206,1086
15	4,55	81,0234	461,3525	225,8542
16	4,88	88,7429	536,6465	246,0847
17	5,20	96,7201	618,4713	266,8361
18	5,53	104,9549	706,9947	288,1195
19	5,85	113,4474	802,3854	309,9351
20	6,17	122,1974	904,8121	332,2830
21	6,50	131,2051	1014,4372	355,0897

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 172 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 6

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-1,0500	0,5120	-23,3579	36,3917
2	0,20	-6,0545	9,6962	-160,3290	104,5671
3	0,40	-30,3435	28,6008	-164,6368	195,2111
4	0,60	-40,8720	65,9330	-0,2237	303,3971
5	0,80	0,0000	124,2871	0,0000	503,6869
6	1,00	0,0000	202,3440	0,0000	864,5785
7	1,20	0,0000	292,5983	0,0000	1268,6470
8	1,42	0,0000	511,7236	0,0000	1239,6108
9	1,65	0,0000	773,1055	0,0000	1232,8113
10	2,80	-1576,9374	0,0000	-766,0483	0,0000
11	2,85	-1535,7450	0,0000	-758,0659	0,0000
12	3,05	-1393,8911	0,0000	-682,6222	0,0000
13	3,25	-1299,6793	0,0000	-635,9523	0,0000
14	3,45	-1183,6838	0,0000	-651,7478	0,0000
15	3,65	-1047,9279	0,0000	-778,3130	0,0000
16	3,86	-903,4244	0,0000	-694,1232	0,0000
17	4,06	-777,8016	0,0000	-627,6102	0,0000
18	4,27	-660,6395	0,0000	-577,1355	0,0000
19	4,47	-551,2491	0,0000	-535,1659	0,0000
20	4,68	-450,3358	0,0000	-502,2197	0,0000
21	4,89	-356,4623	0,0000	-476,1966	0,0000
22	5,09	-268,7314	0,0000	-460,8171	0,0000
23	5,30	-193,0466	0,0000	-457,5823	0,0000
24	5,50	-131,1995	0,0000	-348,2825	0,0000
25	5,70	-81,0806	0,0000	-248,4317	0,0000
26	5,90	-43,3613	0,0000	-174,3279	0,0000
27	6,10	-17,6690	0,0000	-113,1907	0,0000
28	6,30	-4,6279	0,0000	-57,4626	0,0000
29	6,50	0,0000	0,7043	-10,9557	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,5095	1,5530	-9,7751	233,7149
2	0,27	-3,7068	20,0742	-155,7493	275,6855
3	0,53	-27,1441	11,7272	-371,4868	273,2547
4	0,80	-76,5295	24,1382	-606,4942	240,6591
5	1,00	-126,1742	37,0718	-281,8893	169,6787
6	1,20	-141,2287	40,8627	-79,3878	79,3878
7	1,40	-126,1742	37,0718	-169,6787	281,8893
8	1,60	-76,5295	24,1382	-240,6591	606,4942
9	1,87	-27,1441	11,7272	-273,2547	371,4868
10	2,13	-3,7068	20,0742	-275,6855	155,7493
11	2,40	-0,5095	1,5530	-233,7149	9,7751

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 173 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 6

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,001901	0,004524	0,00	0,00	1000,00	202,69	--	--
2	0,33	1,00, 0,53	0,001901	0,004524	1584,25	-720,46	385,20	209,75	--	--
3	0,65	1,00, 0,56	0,001901	0,004524	584,77	-524,31	68,93	216,68	--	--
4	0,98	1,00, 0,60	0,001901	0,004524	377,28	-502,65	28,78	223,51	--	--
5	1,30	1,00, 0,63	0,001901	0,004524	287,15	-507,29	15,96	230,23	--	--
6	1,63	1,00, 0,66	0,001901	0,004524	237,26	-521,01	10,25	236,87	--	--
7	1,95	1,00, 0,69	0,001901	0,004524	205,91	-538,92	7,21	243,42	--	--
8	2,27	1,00, 0,73	0,001901	0,004524	184,53	-559,11	5,40	249,91	--	--
9	2,60	1,00, 0,76	0,001901	0,004524	169,10	-580,66	4,22	256,33	--	--
10	2,93	1,00, 0,79	0,001901	0,004524	157,50	-603,10	3,40	262,70	--	--
11	3,25	1,00, 0,82	0,001901	0,004524	148,49	-626,15	2,82	269,02	--	--
12	3,58	1,00, 0,86	0,001901	0,004524	141,33	-649,63	2,38	275,29	--	--
13	3,90	1,00, 0,89	0,001901	0,004524	135,53	-673,43	2,04	283,34	--	--
14	4,23	1,00, 0,92	0,001901	0,004524	130,74	-697,48	1,78	292,19	--	--
15	4,55	1,00, 0,95	0,001901	0,004524	126,75	-721,72	1,56	301,04	--	--
16	4,88	1,00, 0,99	0,001901	0,004524	123,38	-746,12	1,39	309,89	--	--
17	5,20	1,00, 1,02	0,001901	0,004524	120,52	-770,65	1,25	318,75	--	--
18	5,53	1,00, 1,05	0,001901	0,004524	118,06	-795,29	1,12	327,61	--	--
19	5,85	1,00, 1,08	0,003801	0,004524	229,99	-1626,69	2,03	396,67	--	--
20	6,17	1,00, 1,12	0,001901	0,004524	114,09	-844,79	0,93	345,37	--	--
21	6,50	1,00, 1,15	0,001901	0,004524	112,48	-869,66	0,86	354,26	--	--

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 174 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 6

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2058,31	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	113,14	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	38,36	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	16,64	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	8,83	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	5,42	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	3,75	443,84	--	--
8	1,42	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	2,14	443,84	--	--
9	1,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1,42	443,84	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1000,00	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	467,01	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	122,32	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	49,84	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	26,66	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	16,47	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	11,20	443,84	--	--
8	1,41	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	8,04	443,84	--	--
9	1,61	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	6,06	443,84	--	--
10	1,82	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	4,80	443,84	--	--
11	2,03	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3,92	443,84	--	--
12	2,23	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3,27	443,84	--	--
13	2,44	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,78	443,84	--	--
14	2,64	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,39	443,84	--	--
15	2,85	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,06	443,84	--	--
16	3,05	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,83	443,84	--	--
17	3,25	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,66	443,84	--	--
18	3,45	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,55	443,84	--	--
19	3,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,41	443,84	--	--
20	3,70	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,37	443,84	--	--

### Armature e tensioni piastre

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 175 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione n° 6

X	ascissa sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione

### Piastra fondazione monte

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS
1	-1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	201,30
2	-0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	26,15
3	-0,67	0,000466	0,000466	0,00	228,15	19,46
4	-0,40	0,000466	0,000466	0,00	228,15	9,45
5	-0,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	6,15
6	0,00	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	5,58
7	0,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	6,15
8	0,40	0,000466	0,000466	0,00	228,15	9,45
9	0,67	0,000466	0,000466	0,00	228,15	19,46
10	0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	26,15
11	1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	201,30

### Piastra fondazione valle

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS
1	-1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	146,91
2	-0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	11,37
3	-0,67	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	8,41
4	-0,40	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,98
5	-0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	1,81
6	0,00	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	1,62
7	0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	1,81
8	0,40	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,98
9	0,67	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	8,41
10	0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	11,37
11	1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	146,91

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 176 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Analisi dei pali

#### Combinazione n° 6

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kN]	650,650
Verticale [kN]	909,036	
Momento [kNm]	-1191,801	

#### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[m]	0,0097940
Verticale [m]	0,0006018	
Rotazione [°]	-0,02163	

#### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	1	-389,78	520,52	871,45	813,17	1361,40
2	1	727,23	520,52	871,45	805,79	1349,05
3	1	1844,24	520,52	871,45	805,79	1349,05



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 177 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

#### Combinazione n° 6

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sforzo normale espresso in [kN]
T	taglio espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
T <sub>u</sub>	taglio ultimo espresso in [kN]
CS	coefficiente di sicurezza

#### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	871,45	-389,78	520,52	0,010857	1100,17	-492,08	835,27	1,26
2	0,35	692,80	-383,63	480,49	0,010857	1070,65	-592,87	835,27	1,55
3	0,70	524,62	-377,20	440,30	0,010857	1027,84	-739,01	835,27	1,96
4	1,05	370,52	-370,49	389,41	0,010857	962,42	-962,35	835,27	2,60
5	1,40	234,22	-363,50	332,89	0,010857	855,43	-1327,58	835,27	3,65
6	1,75	117,71	-356,23	280,71	0,010857	659,60	-1996,12	835,27	5,60
7	2,10	19,47	-348,68	232,99	0,010857	199,20	-3567,89	835,27	10,23
8	2,45	-62,08	-340,84	189,76	0,010857	477,06	-2619,28	835,27	7,68
9	2,80	-128,50	-332,73	150,96	0,010857	707,60	-1832,27	835,27	5,51
10	3,15	-181,33	-324,33	116,46	0,010857	816,51	-1460,44	835,27	4,50
11	3,50	-222,09	-315,66	86,09	0,010857	878,55	-1248,67	835,27	3,96
12	3,85	-252,22	-306,70	59,62	0,010857	917,50	-1115,68	835,27	3,64
13	4,20	-273,09	-297,47	36,80	0,010857	943,32	-1027,53	835,27	3,45
14	4,55	-285,97	-287,95	17,38	0,010857	960,89	-967,54	835,27	3,36
15	4,90	-292,05	-278,15	1,05	0,010857	972,89	-926,59	835,27	3,33
16	5,25	-292,42	-268,07	-12,46	0,010857	980,90	-899,24	835,27	3,35
17	5,60	-288,06	-257,71	-23,46	0,010857	985,93	-882,08	835,27	3,42
18	5,95	-279,85	-247,07	-32,21	0,010857	988,63	-872,85	835,27	3,53
19	6,30	-268,57	-236,15	-39,00	0,004580	447,14	-393,17	493,50	1,66
20	6,65	-254,92	-224,95	-44,11	0,004580	446,79	-394,26	493,50	1,75
21	7,00	-239,48	-213,47	-47,77	0,004580	445,79	-397,37	493,50	1,86
22	7,35	-222,76	-196,35	-56,39	0,004580	446,90	-393,91	493,50	2,01
23	7,70	-203,03	-178,90	-61,58	0,004580	446,93	-393,83	493,50	2,20
24	8,05	-181,47	-161,14	-64,05	0,004580	446,18	-396,18	493,50	2,46
25	8,40	-159,05	-143,04	-64,43	0,004580	444,91	-400,13	493,50	2,80
26	8,75	-136,50	-124,63	-63,26	0,004580	443,41	-404,83	493,50	3,25
27	9,10	-114,36	-105,89	-61,03	0,004580	442,00	-409,25	493,50	3,86
28	9,45	-93,00	-86,83	-58,14	0,004580	441,16	-411,87	493,50	4,74
29	9,80	-72,65	-67,44	-54,91	0,004580	441,74	-410,05	493,50	6,08
30	10,15	-53,43	-49,60	-45,42	0,004580	441,73	-410,08	493,50	8,27
31	10,50	-37,54	-33,81	-36,21	0,004580	444,76	-400,62	493,50	11,85
32	10,85	-24,86	-17,51	-27,67	0,004580	467,55	-329,31	493,50	18,80
33	11,20	-15,18	-0,70	-20,05	0,004580	564,45	-26,14	493,50	37,19
34	11,55	-8,16	16,61	-13,51	0,004580	976,50	1988,58	493,50	119,69
35	11,90	-3,43	34,44	-8,12	0,004580	788,99	7920,02	493,50	229,96
36	12,25	-0,59	52,78	-3,93	0,004580	103,83	9301,74	493,50	176,25
37	12,60	0,79	71,62	-0,94	0,004580	102,03	9302,70	493,50	129,89
38	12,95	1,11	90,97	0,85	0,004580	113,85	9296,37	493,50	102,19
39	13,30	0,82	110,83	1,45	0,004580	68,62	9320,61	493,50	84,10
40	13,65	0,31	131,20	0,88	0,004580	21,87	9345,66	493,50	71,23
41	14,00	0,00	152,08	0,88	0,004580	0,00	9357,38	493,50	61,53

#### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	871,45	727,23	520,52	0,010681	1435,43	1197,87	671,71	1,65



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da I+190.75 a I+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 178 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

2	0,35	692,80	730,50	480,49	0,010681	1484,58	1565,37	671,71	2,14
3	0,70	524,62	733,61	440,30	0,010681	1550,31	2167,88	671,71	2,96
4	1,05	370,52	736,56	389,41	0,010681	1621,87	3224,14	671,71	4,38
5	1,40	234,22	739,35	332,89	0,010681	1610,02	5082,20	671,71	6,87
6	1,75	117,71	741,99	280,71	0,010681	1269,50	8002,06	671,71	10,78
7	2,10	19,47	744,46	232,99	0,010681	302,20	11556,89	671,71	15,52
8	2,45	-62,08	746,77	189,76	0,010681	856,11	10298,39	671,71	13,79
9	2,80	-128,50	748,93	150,96	0,010681	1316,96	7675,79	671,71	10,25
10	3,15	-181,33	750,92	116,46	0,010681	1500,29	6212,94	671,71	8,27
11	3,50	-222,09	752,76	86,09	0,010681	1588,21	5383,04	671,71	7,15
12	3,85	-252,22	754,43	59,62	0,010681	1622,78	4853,95	671,71	6,43
13	4,20	-273,09	755,95	36,80	0,010681	1634,86	4525,53	671,71	5,99
14	4,55	-285,97	757,31	17,38	0,010681	1637,26	4335,80	671,71	5,73
15	4,90	-292,05	758,51	1,05	0,010681	1638,28	4254,89	671,71	5,61
16	5,25	-292,42	759,54	-12,46	0,010681	1638,28	4255,35	671,71	5,60
17	5,60	-288,06	760,42	-23,46	0,010681	1637,43	4322,55	671,71	5,68
18	5,95	-279,85	761,14	-32,21	0,010681	1635,82	4449,20	671,71	5,85
19	6,30	-268,57	761,70	-39,00	0,010681	1631,49	4627,07	671,71	6,07
20	6,65	-254,92	762,10	-44,11	0,010681	1622,87	4851,64	671,71	6,37
21	7,00	-239,48	762,35	-47,77	0,010681	1607,74	5117,88	671,71	6,71
22	7,35	-222,76	759,38	-56,39	0,010681	1585,95	5406,35	671,71	7,12
23	7,70	-203,03	756,24	-61,58	0,010681	1549,45	5771,41	671,71	7,63
24	8,05	-181,47	752,91	-64,05	0,010681	1499,39	6220,80	671,71	8,26
25	8,40	-159,05	749,39	-64,43	0,010681	1435,59	6763,86	671,71	9,03
26	8,75	-136,50	745,69	-63,26	0,010681	1354,63	7400,05	671,71	9,92
27	9,10	-114,36	741,81	-61,03	0,010681	1251,64	8118,78	671,71	10,94
28	9,45	-93,00	737,75	-58,14	0,010681	1123,30	8910,91	671,71	12,08
29	9,80	-72,65	733,50	-54,91	0,010681	966,94	9762,47	671,71	13,31
30	10,15	-53,43	730,13	-45,42	0,010681	779,05	10645,24	671,71	14,58
31	10,50	-37,54	727,93	-36,21	0,010681	586,86	11380,29	671,71	15,63
32	10,85	-24,86	725,43	-27,67	0,010681	394,15	11499,85	671,71	15,85
33	11,20	-15,18	722,64	-20,05	0,010681	243,49	11593,32	671,71	16,04
34	11,55	-8,16	719,57	-13,51	0,010681	132,23	11662,34	671,71	16,21
35	11,90	-3,43	716,21	-8,12	0,010681	56,09	11709,58	671,71	16,35
36	12,25	-0,59	712,56	-3,93	0,010681	9,70	11738,36	671,71	16,47
37	12,60	0,79	708,62	-0,94	0,010681	13,01	11736,31	671,71	16,56
38	12,95	1,11	704,39	0,85	0,010681	18,56	11732,87	671,71	16,66
39	13,30	0,82	699,87	1,45	0,010681	13,68	11735,89	671,71	16,77
40	13,65	0,31	695,06	0,88	0,010681	5,19	11741,17	671,71	16,89
41	14,00	0,00	689,97	0,88	0,010681	0,00	11744,38	671,71	17,02

### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 3

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	871,45	1844,24	520,52	0,010681	1630,53	3450,69	877,34	1,87
2	0,35	692,80	1846,22	480,49	0,010681	1636,93	4362,21	877,34	2,36
3	0,70	524,62	1847,83	440,30	0,010681	1572,97	5540,34	877,34	3,00
4	1,05	370,52	1849,09	389,41	0,010681	1404,86	7011,05	877,34	3,79
5	1,40	234,22	1850,00	332,89	0,010681	1126,12	8894,53	877,34	4,81
6	1,75	117,71	1850,54	280,71	0,010681	699,12	10990,74	877,34	5,94
7	2,10	19,47	1850,73	232,99	0,010681	122,73	11668,24	877,34	6,30
8	2,45	-62,08	1850,56	189,76	0,010681	385,95	11504,93	877,34	6,22
9	2,80	-128,50	1850,04	150,96	0,010681	748,54	10777,17	877,34	5,83
10	3,15	-181,33	1849,15	116,46	0,010681	960,56	9795,50	877,34	5,30
11	3,50	-222,09	1847,91	86,09	0,010681	1092,51	9090,18	877,34	4,92
12	3,85	-252,22	1846,32	59,62	0,010681	1175,19	8602,57	877,34	4,66
13	4,20	-273,09	1844,36	36,80	0,010681	1226,47	8283,22	877,34	4,49
14	4,55	-285,97	1842,05	17,38	0,010681	1255,99	8090,33	877,34	4,39
15	4,90	-292,05	1839,38	1,05	0,010681	1270,01	7998,70	877,34	4,35
16	5,25	-292,42	1836,35	-12,46	0,010681	1271,82	7986,88	877,34	4,35
17	5,60	-288,06	1832,97	-23,46	0,010681	1263,60	8040,59	877,34	4,39

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 179 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

18	5,95	-279,85	1829,23	-32,21	0,010681	1246,85	8150,06	877,34	4,46
19	6,30	-268,57	1825,13	-39,00	0,010681	1222,62	8308,43	877,34	4,55
20	6,65	-254,92	1820,67	-44,11	0,010681	1190,91	8505,54	877,34	4,67
21	7,00	-239,48	1815,86	-47,77	0,010681	1152,67	8739,94	877,34	4,81
22	7,35	-222,76	1803,86	-56,39	0,010681	1110,00	8988,35	877,34	4,98
23	7,70	-203,03	1791,46	-61,58	0,010681	1054,11	9301,18	877,34	5,19
24	8,05	-181,47	1778,64	-64,05	0,010681	985,98	9663,78	877,34	5,43
25	8,40	-159,05	1765,41	-64,43	0,010681	906,40	10060,48	877,34	5,70
26	8,75	-136,50	1751,76	-63,26	0,010681	816,47	10477,72	877,34	5,98
27	9,10	-114,36	1737,71	-61,03	0,010681	717,97	10909,34	877,34	6,28
28	9,45	-93,00	1723,24	-58,14	0,010681	612,87	11356,11	877,34	6,59
29	9,80	-72,65	1708,36	-54,91	0,010681	486,61	11442,48	877,34	6,70
30	10,15	-53,43	1695,46	-45,42	0,010681	363,03	11519,15	877,34	6,79
31	10,50	-37,54	1685,16	-36,21	0,010681	258,05	11584,29	877,34	6,87
32	10,85	-24,86	1674,21	-27,67	0,010681	172,82	11637,16	877,34	6,95
33	11,20	-15,18	1662,61	-20,05	0,010681	106,61	11678,24	877,34	7,02
34	11,55	-8,16	1650,37	-13,51	0,010681	57,88	11708,47	877,34	7,09
35	11,90	-3,43	1637,48	-8,12	0,010681	24,58	11729,14	877,34	7,16
36	12,25	-0,59	1623,94	-3,93	0,010681	4,26	11741,74	877,34	7,23
37	12,60	0,79	1609,75	-0,94	0,010681	5,73	11740,83	877,34	7,29
38	12,95	1,11	1594,92	0,85	0,010681	8,20	11739,29	877,34	7,36
39	13,30	0,82	1579,44	1,45	0,010681	6,07	11740,62	877,34	7,43
40	13,65	0,31	1563,31	0,88	0,010681	2,31	11742,95	877,34	7,51
41	14,00	0,00	1546,53	0,88	0,010681	0,00	11744,38	877,34	7,59

### COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	289,5742	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	273,7804	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	94,3268	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,70	[m]	Y	=	-4,68
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,57	[°]			
Incremento sismico della spinta	262,3070	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,70	[m]	Y	=	-3,90
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	40,57	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,70	[m]	Y	=	-7,80
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	518,1711	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,85	[m]	Y	=	-3,25
Inerzia del muro	96,7415	[kN]			
Inerzia verticale del muro	48,3707	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	148,0880	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	74,0440	[kN]			

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	766,6102	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1158,8631	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1158,8631	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	766,6102	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,21	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,10	[m]
Risultante in fondazione	1389,4801	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	33,49	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1407,7717	[kNm]



**QUADRILATERO**

Marche Umbria S.p.A.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 180 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 181 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1128	2,3259	14,6888
3	0,65	8,4833	9,5256	30,4414
4	0,98	13,1114	21,9821	47,4973
5	1,30	17,9971	40,0802	65,5539
6	1,63	23,1404	64,0793	84,3050
7	1,95	28,5413	94,1966	103,7306
8	2,27	34,1999	130,6460	123,8257
9	2,60	40,1161	173,6403	144,5875
10	2,93	46,2899	223,3920	166,0149
11	3,25	52,7214	280,1129	188,1068
12	3,58	59,4104	344,0147	210,8628
13	3,90	66,3571	415,3071	234,2616
14	4,23	73,5614	494,1860	258,2567
15	4,55	81,0234	580,8451	282,8855
16	4,88	88,7429	675,4922	308,1756
17	5,20	96,7201	778,3383	334,1283
18	5,53	104,9549	889,5946	360,7437
19	5,85	113,4474	1009,4722	388,0218
20	6,17	122,1974	1138,1824	415,9626
21	6,50	131,2051	1275,9281	444,4719

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 182 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 7

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-1,3014	0,6004	-27,9538	44,4002
2	0,20	-7,2554	11,9215	-193,5571	128,7189
3	0,40	-36,4095	35,3465	-197,8503	240,3979
4	0,60	-48,5344	81,4790	0,0000	373,7988
5	0,80	0,0000	153,4762	0,0000	618,8807
6	1,00	0,0000	249,7324	0,0000	1059,5601
7	1,20	0,0000	361,1052	0,0000	1552,6169
8	1,42	0,0000	629,8766	0,0000	1518,7684
9	1,65	0,0000	950,4347	0,0000	1511,9663
10	2,80	-1561,1011	0,0000	-766,6256	89,6516
11	2,85	-1518,2314	0,0000	-758,6909	96,6435
12	3,05	-1376,9075	0,0000	-666,3740	0,0000
13	3,25	-1297,7273	0,0000	-611,8903	0,0000
14	3,45	-1188,8099	0,0000	-636,6811	0,0000
15	3,65	-1052,6936	0,0000	-808,8506	0,0000
16	3,86	-904,6445	0,0000	-712,9881	0,0000
17	4,06	-778,7436	0,0000	-637,9475	0,0000
18	4,27	-661,4040	0,0000	-583,1656	0,0000
19	4,47	-551,4816	0,0000	-538,9514	0,0000
20	4,68	-450,2475	0,0000	-504,1098	0,0000
21	4,89	-356,3963	0,0000	-477,6873	0,0000
22	5,09	-268,7510	0,0000	-462,0766	0,0000
23	5,30	-193,5368	0,0000	-458,7320	0,0000
24	5,50	-131,5900	0,0000	-349,1162	0,0000
25	5,70	-81,3912	0,0000	-249,0211	0,0000
26	5,90	-43,6053	0,0000	-174,7030	0,0000
27	6,10	-17,8576	0,0000	-113,4467	0,0000
28	6,30	-4,5748	0,0000	-57,6054	0,0000
29	6,50	0,0000	0,7152	-10,9017	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,6610	1,8471	-11,9513	284,1416
2	0,27	-4,5181	24,4040	-189,8350	335,3567
3	0,53	-33,0680	12,1926	-452,6253	332,9517
4	0,80	-93,1593	23,5970	-739,7632	293,1033
5	1,00	-153,5822	36,4891	-347,5457	206,6074
6	1,20	-171,9063	40,2640	-101,0626	101,0626
7	1,40	-153,5822	36,4891	-206,6074	347,5457
8	1,60	-93,1593	23,5970	-293,1033	739,7632
9	1,87	-33,0680	12,1926	-332,9517	452,6253
10	2,13	-4,5181	24,4040	-335,3567	189,8350
11	2,40	-0,6610	1,8471	-284,1416	11,9513

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 183 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,001901	0,004524	0,00	0,00	1000,00	202,69	--	--
2	0,33	1,00, 0,53	0,001901	0,004524	1067,08	-603,45	259,45	209,75	--	--
3	0,65	1,00, 0,56	0,001901	0,004524	433,53	-486,79	51,10	216,68	--	--
4	0,98	1,00, 0,60	0,001901	0,004524	285,36	-478,42	21,76	223,51	--	--
5	1,30	1,00, 0,63	0,001901	0,004524	219,29	-488,36	12,18	230,23	--	--
6	1,63	1,00, 0,66	0,001901	0,004524	182,30	-504,83	7,88	236,87	--	--
7	1,95	1,00, 0,69	0,001901	0,004524	158,88	-524,35	5,57	243,42	--	--
8	2,27	1,00, 0,73	0,001901	0,004524	142,81	-545,55	4,18	249,91	--	--
9	2,60	1,00, 0,76	0,001901	0,004524	131,17	-567,75	3,27	256,33	--	--
10	2,93	1,00, 0,79	0,001901	0,004524	122,38	-590,62	2,64	262,70	--	--
11	3,25	1,00, 0,82	0,001901	0,004524	115,55	-613,94	2,19	269,02	--	--
12	3,58	1,00, 0,86	0,001901	0,004524	110,11	-637,58	1,85	275,29	--	--
13	3,90	1,00, 0,89	0,001901	0,004524	105,69	-661,47	1,59	283,34	--	--
14	4,23	1,00, 0,92	0,001901	0,004524	102,04	-685,53	1,39	292,19	--	--
15	4,55	1,00, 0,95	0,001901	0,004524	99,01	-709,76	1,22	301,04	--	--
16	4,88	1,00, 0,99	0,001901	0,004524	96,44	-734,10	1,09	309,89	--	--
17	5,20	1,00, 1,02	0,001901	0,004524	94,26	-758,53	0,97	318,75	--	--
18	5,53	1,00, 1,05	0,001901	0,004524	92,38	-783,05	0,88	327,61	--	--
19	5,85	1,00, 1,08	0,003801	0,004524	180,14	-1602,88	1,59	396,67	--	--
20	6,17	1,00, 1,12	0,001901	0,004524	89,35	-832,27	0,73	345,37	--	--
21	6,50	1,00, 1,15	0,001901	0,004524	88,12	-856,96	0,67	354,26	--	--

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 184 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 7

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1660,72	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	92,02	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	31,04	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	13,46	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	7,15	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	4,39	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	3,04	443,84	--	--
8	1,42	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1,74	443,84	--	--
9	1,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1,15	443,84	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1000,00	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	472,42	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	121,03	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	49,56	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	26,55	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	16,42	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	11,17	443,84	--	--
8	1,41	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	8,04	443,84	--	--
9	1,61	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	6,06	443,84	--	--
10	1,82	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	4,80	443,84	--	--
11	2,03	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3,92	443,84	--	--
12	2,23	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3,27	443,84	--	--
13	2,44	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,78	443,84	--	--
14	2,64	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,39	443,84	--	--
15	2,85	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,05	443,84	--	--
16	3,05	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,82	443,84	--	--
17	3,25	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,67	443,84	--	--
18	3,45	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,57	443,84	--	--
19	3,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,42	443,84	--	--
20	3,70	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,38	443,84	--	--

### Armature e tensioni piastre



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 185 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione n° 7

X	ascissa sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione

### Piastra fondazione monte

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS
1	-1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	190,55
2	-0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	21,51
3	-0,67	0,000466	0,000466	0,00	228,15	18,71
4	-0,40	0,000466	0,000466	0,00	228,15	9,67
5	-0,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	6,25
6	0,00	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	5,67
7	0,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	6,25
8	0,40	0,000466	0,000466	0,00	228,15	9,67
9	0,67	0,000466	0,000466	0,00	228,15	18,71
10	0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	21,51
11	1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	190,55

### Piastra fondazione valle

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS
1	-1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	123,52
2	-0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	9,35
3	-0,67	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	6,90
4	-0,40	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,45
5	-0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	1,49
6	0,00	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	1,33
7	0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	1,49
8	0,40	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,45
9	0,67	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	6,90
10	0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	9,35
11	1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	123,52

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 186 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Analisi dei pali

Combinazione n° 7

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kN]	766,610
Verticale [kN]	1158,863	
Momento [kNm]	-1407,772	

Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[m]	0,0115406
Verticale [m]	0,0007673	
Rotazione [°]	-0,02551	

Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	1	-390,65	613,29	1026,66	813,20	1361,32
2	1	927,09	613,29	1026,66	805,81	1348,94
3	1	2244,83	613,29	1026,66	805,81	1348,94

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 187 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

#### Combinazione n° 7

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sfuerzo normale espresso in [kN]
T	taglio espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	sfuerzo normale ultimo espresso in [kN]
T <sub>u</sub>	taglio ultimo espresso in [kN]
CS	coefficiente di sicurezza

#### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	1026,66	-390,65	613,29	0,010857	1119,53	-425,99	835,27	1,09
2	0,35	815,54	-384,50	573,26	0,010857	1093,32	-515,46	835,27	1,34
3	0,70	614,89	-378,06	533,07	0,010857	1054,41	-648,29	835,27	1,71
4	1,05	428,32	-371,34	482,18	0,010857	992,31	-860,30	835,27	2,32
5	1,40	259,55	-364,33	420,14	0,010857	881,76	-1237,71	835,27	3,40
6	1,75	112,51	-357,05	352,57	0,010857	644,85	-2046,50	835,27	5,73
7	2,10	-10,89	-349,48	290,95	0,010857	119,67	-3839,38	835,27	10,99
8	2,45	-112,73	-341,64	235,29	0,010857	659,15	-1997,66	835,27	5,85
9	2,80	-195,08	-333,51	185,47	0,010857	829,11	-1417,44	835,27	4,25
10	3,15	-259,99	-325,10	141,30	0,010857	910,73	-1138,78	835,27	3,50
11	3,50	-309,45	-316,40	102,52	0,010857	957,53	-979,05	835,27	3,09
12	3,85	-345,33	-307,43	68,84	0,010857	986,94	-878,62	835,27	2,86
13	4,20	-369,43	-298,17	39,90	0,010857	1006,38	-812,28	835,27	2,72
14	4,55	-383,39	-288,64	15,34	0,010857	1019,48	-767,52	835,27	2,66
15	4,90	-388,76	-278,82	-5,22	0,010857	1028,28	-737,49	835,27	2,65
16	5,25	-386,93	-268,71	-22,16	0,010857	1033,97	-718,07	835,27	2,67
17	5,60	-379,17	-258,33	-35,87	0,010857	1037,30	-706,71	835,27	2,74
18	5,95	-366,62	-247,67	-46,72	0,010857	1038,76	-701,72	835,27	2,83
19	6,30	-350,27	-236,72	-55,08	0,004580	471,05	-318,35	493,50	1,34
20	6,65	-330,99	-225,49	-61,29	0,004580	470,38	-320,45	493,50	1,42
21	7,00	-309,54	-213,98	-65,69	0,004580	469,15	-324,32	493,50	1,52
22	7,35	-286,55	-196,81	-75,81	0,004580	469,70	-322,60	493,50	1,64
23	7,70	-260,01	-179,31	-81,65	0,004580	469,35	-323,67	493,50	1,81
24	8,05	-231,43	-161,49	-84,11	0,004580	468,35	-326,80	493,50	2,02
25	8,40	-201,99	-143,34	-84,00	0,004580	466,91	-331,33	493,50	2,31
26	8,75	-172,59	-124,87	-82,02	0,004580	465,23	-336,58	493,50	2,70
27	9,10	-143,89	-106,07	-78,77	0,004580	463,58	-341,74	493,50	3,22
28	9,45	-116,32	-86,95	-74,75	0,004580	462,34	-345,60	493,50	3,97
29	9,80	-90,16	-67,50	-70,37	0,004580	462,20	-346,06	493,50	5,13
30	10,15	-65,53	-49,61	-57,72	0,004580	461,20	-349,19	493,50	7,04
31	10,50	-45,32	-33,77	-45,60	0,004580	462,62	-344,74	493,50	10,21
32	10,85	-29,36	-17,43	-34,46	0,004580	481,48	-285,74	493,50	16,40
33	11,20	-17,30	-0,57	-24,60	0,004580	566,86	-18,60	493,50	32,76
34	11,55	-8,69	16,80	-16,20	0,004580	957,15	1849,67	493,50	110,09
35	11,90	-3,02	34,68	-9,35	0,004580	722,49	8285,63	493,50	238,90
36	12,25	0,25	53,07	-4,09	0,004580	43,80	9333,91	493,50	175,87
37	12,60	1,68	71,97	-0,41	0,004580	215,73	9241,76	493,50	128,40
38	12,95	1,82	91,39	1,70	0,004580	184,76	9258,36	493,50	101,31
39	13,30	1,23	111,31	2,25	0,004580	102,77	9302,31	493,50	83,57
40	13,65	0,44	131,74	1,26	0,004580	31,33	9340,59	493,50	70,90
41	14,00	0,00	152,69	1,26	0,004580	0,00	9357,38	493,50	61,29

#### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	1026,66	927,09	613,29	0,010681	1450,73	1310,03	671,71	1,41



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da I+190.75 a I+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 188 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

2	0,35	815,54	930,13	573,26	0,010681	1501,78	1712,81	671,71	1,84
3	0,70	614,89	932,97	533,07	0,010681	1569,65	2381,61	671,71	2,55
4	1,05	428,32	935,62	482,18	0,010681	1633,24	3567,66	671,71	3,81
5	1,40	259,55	938,08	420,14	0,010681	1562,60	5647,51	671,71	6,02
6	1,75	112,51	940,33	352,57	0,010681	1089,55	9106,57	671,71	9,68
7	2,10	-10,89	942,40	290,95	0,010681	134,79	11660,76	671,71	12,37
8	2,45	-112,73	944,27	235,29	0,010681	1088,10	9114,53	671,71	9,65
9	2,80	-195,08	945,94	185,47	0,010681	1420,39	6887,48	671,71	7,28
10	3,15	-259,99	947,42	141,30	0,010681	1559,26	5681,97	671,71	6,00
11	3,50	-309,45	948,71	102,52	0,010681	1617,82	4959,91	671,71	5,23
12	3,85	-345,33	949,80	68,84	0,010681	1635,21	4497,47	671,71	4,74
13	4,20	-369,43	950,69	39,90	0,010681	1638,76	4217,26	671,71	4,44
14	4,55	-383,39	951,40	15,34	0,010681	1639,12	4067,54	671,71	4,28
15	4,90	-388,76	951,90	-5,22	0,010681	1638,97	4013,14	671,71	4,22
16	5,25	-386,93	952,21	-22,16	0,010681	1639,02	4033,54	671,71	4,24
17	5,60	-379,17	952,33	-35,87	0,010681	1639,25	4117,13	671,71	4,32
18	5,95	-366,62	952,25	-46,72	0,010681	1638,28	4255,22	671,71	4,47
19	6,30	-350,27	951,98	-55,08	0,010681	1635,86	4446,02	671,71	4,67
20	6,65	-330,99	951,51	-61,29	0,010681	1629,31	4683,81	671,71	4,92
21	7,00	-309,54	950,85	-65,69	0,010681	1617,30	4968,04	671,71	5,22
22	7,35	-286,55	946,27	-75,81	0,010681	1597,65	5275,95	671,71	5,58
23	7,70	-260,01	941,46	-81,65	0,010681	1561,85	5655,22	671,71	6,01
24	8,05	-231,43	936,44	-84,11	0,010681	1511,42	6115,59	671,71	6,53
25	8,40	-201,99	931,18	-84,00	0,010681	1446,83	6669,85	671,71	7,16
26	8,75	-172,59	925,71	-82,02	0,010681	1365,04	7321,41	671,71	7,91
27	9,10	-143,89	920,00	-78,77	0,010681	1260,60	8060,22	671,71	8,76
28	9,45	-116,32	914,08	-74,75	0,010681	1129,40	8875,38	671,71	9,71
29	9,80	-90,16	907,93	-70,37	0,010681	968,56	9754,07	671,71	10,74
30	10,15	-65,53	902,85	-57,72	0,010681	774,14	10666,47	671,71	11,81
31	10,50	-45,32	899,20	-45,60	0,010681	574,02	11388,25	671,71	12,66
32	10,85	-29,36	895,19	-34,46	0,010681	377,56	11510,14	671,71	12,86
33	11,20	-17,30	890,83	-24,60	0,010681	225,42	11604,53	671,71	13,03
34	11,55	-8,69	886,11	-16,20	0,010681	114,54	11673,32	671,71	13,17
35	11,90	-3,02	881,05	-9,35	0,010681	40,23	11719,42	671,71	13,30
36	12,25	0,25	875,63	-4,09	0,010681	3,34	11742,31	671,71	13,41
37	12,60	1,68	869,85	-0,41	0,010681	22,66	11730,33	671,71	13,49
38	12,95	1,82	863,73	1,70	0,010681	24,77	11729,02	671,71	13,58
39	13,30	1,23	857,25	2,25	0,010681	16,83	11733,94	671,71	13,69
40	13,65	0,44	850,41	1,26	0,010681	6,10	11740,60	671,71	13,81
41	14,00	0,00	843,23	1,26	0,010681	0,00	11744,38	671,71	13,93

### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 3

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	1026,66	2244,83	613,29	0,010681	1633,33	3571,34	877,34	1,59
2	0,35	815,54	2246,34	573,26	0,010681	1635,13	4503,88	877,34	2,00
3	0,70	614,89	2247,43	533,07	0,010681	1557,93	5694,20	877,34	2,53
4	1,05	428,32	2248,08	482,18	0,010681	1377,29	7228,86	877,34	3,22
5	1,40	259,55	2248,31	420,14	0,010681	1066,14	9235,11	877,34	4,11
6	1,75	112,51	2248,10	352,57	0,010681	570,04	11390,72	877,34	5,07
7	2,10	-10,89	2247,47	290,95	0,010681	56,75	11709,17	877,34	5,21
8	2,45	-112,73	2246,42	235,29	0,010681	571,55	11389,78	877,34	5,07
9	2,80	-195,08	2244,93	185,47	0,010681	883,73	10169,78	877,34	4,53
10	3,15	-259,99	2243,01	141,30	0,010681	1068,79	9220,59	877,34	4,11
11	3,50	-309,45	2240,67	102,52	0,010681	1182,14	8559,66	877,34	3,82
12	3,85	-345,33	2237,90	68,84	0,010681	1252,23	8114,94	877,34	3,63
13	4,20	-369,43	2234,70	39,90	0,010681	1294,57	7831,02	877,34	3,50
14	4,55	-383,39	2231,07	15,34	0,010681	1317,90	7669,28	877,34	3,44
15	4,90	-388,76	2227,01	-5,22	0,010681	1327,34	7603,76	877,34	3,41
16	5,25	-386,93	2222,53	-22,16	0,010681	1325,73	7614,98	877,34	3,43
17	5,60	-379,17	2217,61	-35,87	0,010681	1314,89	7690,15	877,34	3,47

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 189 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

18	5,95	-366,62	2212,27	-46,72	0,010681	1296,06	7820,71	877,34	3,54
19	6,30	-350,27	2206,50	-55,08	0,010681	1269,88	7999,56	877,34	3,63
20	6,65	-330,99	2200,30	-61,29	0,010681	1236,34	8218,72	877,34	3,74
21	7,00	-309,54	2193,68	-65,69	0,010681	1195,86	8474,98	877,34	3,86
22	7,35	-286,55	2178,44	-75,81	0,010681	1150,95	8749,96	877,34	4,02
23	7,70	-260,01	2162,71	-81,65	0,010681	1092,72	9088,97	877,34	4,20
24	8,05	-231,43	2146,49	-84,11	0,010681	1021,88	9477,76	877,34	4,42
25	8,40	-201,99	2129,78	-84,00	0,010681	939,17	9902,44	877,34	4,65
26	8,75	-172,59	2112,57	-82,02	0,010681	845,34	10347,11	877,34	4,90
27	9,10	-143,89	2094,87	-78,77	0,010681	742,13	10804,85	877,34	5,16
28	9,45	-116,32	2076,67	-74,75	0,010681	631,62	11276,65	877,34	5,43
29	9,80	-90,16	2057,98	-70,37	0,010681	500,88	11433,63	877,34	5,56
30	10,15	-65,53	2041,66	-57,72	0,010681	369,57	11515,09	877,34	5,64
31	10,50	-45,32	2028,45	-45,60	0,010681	258,83	11583,80	877,34	5,71
32	10,85	-29,36	2014,47	-34,46	0,010681	169,66	11639,12	877,34	5,78
33	11,20	-17,30	1999,72	-24,60	0,010681	101,09	11681,67	877,34	5,84
34	11,55	-8,69	1984,18	-16,20	0,010681	51,32	11712,54	877,34	5,90
35	11,90	-3,02	1967,87	-9,35	0,010681	18,03	11733,20	877,34	5,96
36	12,25	0,25	1950,79	-4,09	0,010681	1,50	11743,45	877,34	6,02
37	12,60	1,68	1932,93	-0,41	0,010681	10,20	11738,05	877,34	6,07
38	12,95	1,82	1914,29	1,70	0,010681	11,18	11737,44	877,34	6,13
39	13,30	1,23	1894,88	2,25	0,010681	7,62	11739,66	877,34	6,20
40	13,65	0,44	1874,69	1,26	0,010681	2,77	11742,66	877,34	6,26
41	14,00	0,00	1853,72	1,26	0,010681	0,00	11744,38	877,34	6,34

### COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	289,5742	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	273,7804	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	94,3268	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,70	[m]	Y	=	-4,68
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56,57	[°]			
Incremento sismico della spinta	212,9348	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,70	[m]	Y	=	-3,90
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	33,44	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,70	[m]	Y	=	-7,80
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	518,1711	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,85	[m]	Y	=	-3,25
Inerzia del muro	96,7415	[kN]			
Inerzia verticale del muro	-48,3707	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	148,0880	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-74,0440	[kN]			
<b>Risultanti</b>					
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	719,9308	[kN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	897,9510	[kN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	897,9510	[kN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	719,9308	[kN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,62	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	4,90	[m]			
Risultante in fondazione	1150,9198	[kN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	38,72	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1452,0207	[kNm]			



**QUADRILATERO**

Marche Umbria S.p.A.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 190 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 191 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 8

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1128	2,0009	12,6890
3	0,65	8,4833	8,2257	26,4418
4	0,98	13,1114	19,0574	41,4980
5	1,30	17,9971	34,8807	57,5548
6	1,63	23,1404	55,9552	74,3061
7	1,95	28,5413	82,4979	91,7320
8	2,27	34,1999	114,7227	109,8272
9	2,60	40,1161	152,8426	128,5893
10	2,93	46,2899	197,0699	148,0168
11	3,25	52,7214	247,6165	168,1090
12	3,58	59,4104	304,6940	188,8652
13	3,90	66,3571	368,5123	210,2642
14	4,23	73,5614	439,2670	232,2595
15	4,55	81,0234	517,1521	254,8886
16	4,88	88,7429	602,3752	278,1788
17	5,20	96,7201	695,1474	302,1318
18	5,53	104,9549	795,6798	326,7475
19	5,85	113,4474	904,1837	352,0258
20	6,17	122,1974	1020,8702	377,9668
21	6,50	131,2051	1145,9423	404,4762

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 192 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 8

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-1,1585	0,5501	-25,3425	39,8489
2	0,20	-6,5729	10,6568	-174,6724	114,9925
3	0,40	-32,9619	31,5126	-178,9732	214,7162
4	0,60	-44,1795	72,6435	-0,0588	333,7867
5	0,80	0,0000	136,8867	0,0000	553,4111
6	1,00	0,0000	222,7994	0,0000	948,7434
7	1,20	0,0000	322,1695	0,0000	1391,2237
8	1,42	0,0000	562,7247	0,0000	1360,1102
9	1,65	0,0000	849,6502	0,0000	1353,3094
10	2,80	-1802,7547	0,0000	-831,4537	0,0000
11	2,85	-1759,2422	0,0000	-823,4394	0,0000
12	3,05	-1606,1727	0,0000	-756,3135	0,0000
13	3,25	-1495,0108	0,0000	-716,2031	0,0000
14	3,45	-1362,6800	0,0000	-735,7763	0,0000
15	3,65	-1211,0711	0,0000	-859,9112	0,0000
16	3,86	-1050,3132	0,0000	-775,8591	0,0000
17	4,06	-908,0959	0,0000	-710,0847	0,0000
18	4,27	-774,6412	0,0000	-660,4757	0,0000
19	4,47	-649,9040	0,0000	-620,8249	0,0000
20	4,68	-532,8782	0,0000	-591,8223	0,0000
21	4,89	-422,7187	0,0000	-571,4572	0,0000
22	5,09	-318,1269	0,0000	-566,7161	0,0000
23	5,30	-226,8132	0,0000	-578,9864	0,0000
24	5,50	-153,2376	0,0000	-432,7846	0,0000
25	5,70	-93,7580	0,0000	-301,2386	0,0000
26	5,90	-49,3808	0,0000	-208,2811	0,0000
27	6,10	-19,5592	0,0000	-134,6577	5,3443
28	6,30	-5,6057	0,0000	-67,7320	0,0000
29	6,50	0,0000	0,7497	-12,6521	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,5749	1,6799	-10,7147	255,4791
2	0,27	-4,0570	21,9432	-170,4631	301,4421
3	0,53	-29,7012	17,6897	-406,5112	299,0238
4	0,80	-83,7078	36,7930	-664,9631	263,2972
5	1,00	-138,0049	56,1867	-310,2123	185,6192
6	1,20	-154,4708	61,8781	-88,7260	88,7260
7	1,40	-138,0049	56,1867	-185,6192	310,2123
8	1,60	-83,7078	36,7930	-263,2972	664,9631
9	1,87	-29,7012	17,6897	-299,0238	406,5112
10	2,13	-4,0570	21,9432	-301,4421	170,4631
11	2,40	-0,5749	1,6799	-255,4791	10,7147



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 193 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 8

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,001901	0,004524	0,00	0,00	1000,00	202,69	--	--
2	0,33	1,00, 0,53	0,001901	0,004524	1391,76	-677,10	338,39	209,75	--	--
3	0,65	1,00, 0,56	0,001901	0,004524	525,59	-509,63	61,96	216,68	--	--
4	0,98	1,00, 0,60	0,001901	0,004524	338,85	-492,52	25,84	223,51	--	--
5	1,30	1,00, 0,63	0,001901	0,004524	257,47	-499,02	14,31	230,23	--	--
6	1,63	1,00, 0,66	0,001901	0,004524	212,44	-513,70	9,18	236,87	--	--
7	1,95	1,00, 0,69	0,001901	0,004524	184,11	-532,17	6,45	243,42	--	--
8	2,27	1,00, 0,73	0,001901	0,004524	164,76	-552,68	4,82	249,91	--	--
9	2,60	1,00, 0,76	0,001901	0,004524	150,77	-574,42	3,76	256,33	--	--
10	2,93	1,00, 0,79	0,001901	0,004524	140,22	-596,96	3,03	262,70	--	--
11	3,25	1,00, 0,82	0,001901	0,004524	132,02	-620,04	2,50	269,02	--	--
12	3,58	1,00, 0,86	0,001901	0,004524	125,47	-643,51	2,11	275,29	--	--
13	3,90	1,00, 0,89	0,001901	0,004524	120,15	-667,27	1,81	283,34	--	--
14	4,23	1,00, 0,92	0,001901	0,004524	115,76	-691,24	1,57	292,19	--	--
15	4,55	1,00, 0,95	0,001901	0,004524	112,08	-715,40	1,38	301,04	--	--
16	4,88	1,00, 0,99	0,001901	0,004524	108,97	-739,69	1,23	309,89	--	--
17	5,20	1,00, 1,02	0,001901	0,004524	106,31	-764,09	1,10	318,75	--	--
18	5,53	1,00, 1,05	0,001901	0,004524	104,02	-788,60	0,99	327,61	--	--
19	5,85	1,00, 1,08	0,003801	0,004524	202,45	-1613,53	1,78	396,67	--	--
20	6,17	1,00, 1,12	0,001901	0,004524	100,28	-837,80	0,82	345,37	--	--
21	6,50	1,00, 1,15	0,001901	0,004524	98,75	-862,50	0,75	354,26	--	--

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 194 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 8

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1865,52	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	102,94	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	34,81	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	15,10	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	8,01	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	4,92	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	3,41	443,84	--	--
8	1,42	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1,95	443,84	--	--
9	1,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1,29	443,84	--	--

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1000,00	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	385,55	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	110,50	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	43,77	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	23,05	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	14,10	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	9,53	443,84	--	--
8	1,41	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	6,79	443,84	--	--
9	1,61	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	5,11	443,84	--	--
10	1,82	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	4,06	443,84	--	--
11	2,03	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3,33	443,84	--	--
12	2,23	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,79	443,84	--	--
13	2,44	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,38	443,84	--	--
14	2,64	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,06	443,84	--	--
15	2,85	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,78	443,84	--	--
16	3,05	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,59	443,84	--	--
17	3,25	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,45	443,84	--	--
18	3,45	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,35	443,84	--	--
19	3,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,23	443,84	--	--
20	3,70	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,20	443,84	--	--

### Armature e tensioni piastre

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 195 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione n° 8

X	ascissa sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione

### Piastra fondazione monte

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS
1	-1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	192,09
2	-0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	24,74
3	-0,67	0,000466	0,000466	0,00	228,15	12,90
4	-0,40	0,000466	0,000466	0,00	228,15	6,20
5	-0,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	4,06
6	0,00	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	3,69
7	0,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	4,06
8	0,40	0,000466	0,000466	0,00	228,15	6,20
9	0,67	0,000466	0,000466	0,00	228,15	12,90
10	0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	24,74
11	1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	192,09

### Piastra fondazione valle

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS
1	-1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	135,81
2	-0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	10,40
3	-0,67	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	7,68
4	-0,40	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,73
5	-0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	1,65
6	0,00	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	1,48
7	0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	1,65
8	0,40	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,73
9	0,67	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	7,68
10	0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	10,40
11	1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	135,81

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 196 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Analisi dei pali

#### Combinazione n° 8

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kN]	719,931
Verticale	[kN]	897,951
Momento	[kNm]	-1452,021

#### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[m]	0,0108754
Verticale	[m]	0,0005945
Rotazione	[°]	-0,02515

#### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]	Tu [kN]	Mu [kNm]
1	1	-580,44	575,94	960,19	816,54	1361,30
2	1	718,36	575,94	960,19	809,13	1348,94
3	1	2017,16	575,94	960,19	809,13	1348,94

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 197 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

#### Combinazione n° 8

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sfuerzo normale espresso in [kN]
T	taglio espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	sfuerzo normale ultimo espresso in [kN]
T <sub>u</sub>	taglio ultimo espresso in [kN]
CS	coefficiente di sicurezza

#### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 1

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	960,19	-580,44	575,94	0,010857	1057,12	-639,03	835,27	1,10
2	0,35	762,13	-572,68	535,92	0,010857	1019,84	-766,32	835,27	1,34
3	0,70	574,56	-564,39	495,73	0,010857	966,28	-949,16	835,27	1,68
4	1,05	401,06	-555,57	444,84	0,010857	885,14	-1226,16	835,27	2,21
5	1,40	245,36	-546,23	382,80	0,010857	753,17	-1676,70	835,27	3,07
6	1,75	111,39	-536,36	321,65	0,010857	516,20	-2485,68	835,27	4,63
7	2,10	-1,19	-525,97	265,86	0,010857	9,56	-4215,30	835,27	8,01
8	2,45	-94,24	-515,04	215,41	0,010857	478,42	-2614,64	835,27	5,08
9	2,80	-169,64	-503,59	170,23	0,010857	665,55	-1975,80	835,27	3,92
10	3,15	-229,22	-491,62	130,14	0,010857	764,20	-1639,03	835,27	3,33
11	3,50	-274,77	-479,12	94,92	0,010857	823,62	-1436,17	835,27	3,00
12	3,85	-307,99	-466,09	64,30	0,010857	862,14	-1304,69	835,27	2,80
13	4,20	-330,49	-452,53	37,96	0,010857	888,10	-1216,04	835,27	2,69
14	4,55	-343,78	-438,44	15,60	0,010857	905,89	-1155,34	835,27	2,64
15	4,90	-349,24	-423,83	-3,14	0,010857	917,98	-1114,05	835,27	2,63
16	5,25	-348,14	-408,70	-18,61	0,010857	925,91	-1086,97	835,27	2,66
17	5,60	-341,63	-393,03	-31,14	0,010857	930,67	-1070,72	835,27	2,72
18	5,95	-330,73	-376,84	-41,07	0,010857	932,93	-1063,01	835,27	2,82
19	6,30	-316,35	-360,12	-48,74	0,004580	419,99	-478,10	493,50	1,33
20	6,65	-299,29	-342,88	-54,46	0,004580	419,28	-480,33	493,50	1,40
21	7,00	-280,23	-325,11	-58,52	0,004580	417,86	-484,77	493,50	1,49
22	7,35	-259,75	-296,74	-67,93	0,004580	419,59	-479,35	493,50	1,62
23	7,70	-235,97	-267,77	-73,43	0,004580	420,35	-476,99	493,50	1,78
24	8,05	-210,27	-238,19	-75,83	0,004580	420,54	-476,38	493,50	2,00
25	8,40	-183,73	-208,01	-75,87	0,004580	420,60	-476,18	493,50	2,29
26	8,75	-157,18	-177,22	-74,19	0,004580	421,06	-474,75	493,50	2,68
27	9,10	-131,21	-145,82	-71,34	0,004580	422,67	-469,73	493,50	3,22
28	9,45	-106,24	-113,81	-67,77	0,004580	426,70	-457,12	493,50	4,02
29	9,80	-82,52	-81,20	-63,85	0,004580	435,76	-428,78	493,50	5,28
30	10,15	-60,17	-51,50	-52,49	0,004580	449,77	-384,93	493,50	7,47
31	10,50	-41,80	-25,63	-41,57	0,004580	478,94	-293,69	493,50	11,46
32	10,85	-27,25	1,19	-31,51	0,004580	579,21	25,23	493,50	21,25
33	11,20	-16,22	28,96	-22,59	0,004580	929,02	1658,58	493,50	57,27
34	11,55	-8,32	57,69	-14,97	0,004580	966,86	6707,23	493,50	116,26
35	11,90	-3,08	87,38	-8,74	0,004580	323,43	9184,05	493,50	105,11
36	12,25	-0,02	118,01	-3,94	0,004580	1,39	9356,64	493,50	79,28
37	12,60	1,36	149,61	-0,56	0,004580	84,72	9311,98	493,50	62,24
38	12,95	1,56	182,16	1,39	0,004580	79,71	9314,66	493,50	51,14
39	13,30	1,07	215,66	1,95	0,004580	46,35	9332,54	493,50	43,27
40	13,65	0,39	250,12	1,11	0,004580	14,55	9349,59	493,50	37,38
41	14,00	0,00	285,53	1,11	0,004580	0,00	9357,38	493,50	32,77

#### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 2

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	960,19	718,36	575,94	0,010681	1415,42	1058,94	671,71	1,47

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da I+190.75 a I+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 198 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

2	0,35	762,13	721,64	535,92	0,010681	1460,69	1383,08	671,71	1,92
3	0,70	574,56	724,76	495,73	0,010681	1526,03	1924,96	671,71	2,66
4	1,05	401,06	727,73	444,84	0,010681	1607,11	2916,13	671,71	4,01
5	1,40	245,36	730,54	382,80	0,010681	1623,55	4833,87	671,71	6,62
6	1,75	111,39	733,18	321,65	0,010681	1242,49	8178,55	671,71	11,15
7	2,10	-1,19	735,68	265,86	0,010681	19,01	11732,59	671,71	15,95
8	2,45	-94,24	738,01	215,41	0,010681	1131,68	8862,14	671,71	12,01
9	2,80	-169,64	740,19	170,23	0,010681	1474,86	6435,33	671,71	8,69
10	3,15	-229,22	742,20	130,14	0,010681	1603,09	5190,77	671,71	6,99
11	3,50	-274,77	744,06	94,92	0,010681	1636,06	4430,42	671,71	5,95
12	3,85	-307,99	745,76	64,30	0,010681	1638,84	3968,30	671,71	5,32
13	4,20	-330,49	747,31	37,96	0,010681	1636,30	3700,00	671,71	4,95
14	4,55	-343,78	748,70	15,60	0,010681	1632,98	3556,36	671,71	4,75
15	4,90	-349,24	749,92	-3,14	0,010681	1631,77	3503,91	671,71	4,67
16	5,25	-348,14	751,00	-18,61	0,010681	1632,16	3520,84	671,71	4,69
17	5,60	-341,63	751,91	-31,14	0,010681	1633,90	3596,16	671,71	4,78
18	5,95	-330,73	752,66	-41,07	0,010681	1636,88	3725,18	671,71	4,95
19	6,30	-316,35	753,26	-48,74	0,010681	1638,66	3901,77	671,71	5,18
20	6,65	-299,29	753,70	-54,46	0,010681	1639,28	4128,15	671,71	5,48
21	7,00	-280,23	753,98	-58,52	0,010681	1636,41	4402,86	671,71	5,84
22	7,35	-259,75	751,09	-67,93	0,010681	1628,36	4708,57	671,71	6,27
23	7,70	-235,97	748,02	-73,43	0,010681	1608,88	5100,04	671,71	6,82
24	8,05	-210,27	744,76	-75,83	0,010681	1570,74	5563,40	671,71	7,47
25	8,40	-183,73	741,33	-75,87	0,010681	1512,77	6103,79	671,71	8,23
26	8,75	-157,18	737,71	-74,19	0,010681	1437,57	6747,26	671,71	9,15
27	9,10	-131,21	733,91	-71,34	0,010681	1341,17	7501,74	671,71	10,22
28	9,45	-106,24	729,92	-67,77	0,010681	1215,70	8352,55	671,71	11,44
29	9,80	-82,52	725,76	-63,85	0,010681	1056,24	9289,49	671,71	12,80
30	10,15	-60,17	722,47	-52,49	0,010681	857,29	10293,06	671,71	14,25
31	10,50	-41,80	720,33	-41,57	0,010681	649,90	11199,25	671,71	15,55
32	10,85	-27,25	717,90	-31,51	0,010681	435,55	11474,16	671,71	15,98
33	11,20	-16,22	715,18	-22,59	0,010681	262,70	11581,40	671,71	16,19
34	11,55	-8,32	712,18	-14,97	0,010681	136,16	11659,91	671,71	16,37
35	11,90	-3,08	708,89	-8,74	0,010681	50,84	11712,84	671,71	16,52
36	12,25	-0,02	705,32	-3,94	0,010681	0,29	11744,20	671,71	16,65
37	12,60	1,36	701,46	-0,56	0,010681	22,76	11730,26	671,71	16,72
38	12,95	1,56	697,32	1,39	0,010681	26,22	11728,12	671,71	16,82
39	13,30	1,07	692,89	1,95	0,010681	18,14	11733,13	671,71	16,93
40	13,65	0,39	688,17	1,11	0,010681	6,64	11740,26	671,71	17,06
41	14,00	0,00	683,17	1,11	0,010681	0,00	11744,38	671,71	17,19

### Sollecitazioni e tensioni per la fila di pali nr. 3

Nr.	Y	M	N	T	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	960,19	2017,16	575,94	0,010681	1629,92	3424,13	877,34	1,70
2	0,35	762,13	2018,93	535,92	0,010681	1637,24	4337,14	877,34	2,15
3	0,70	574,56	2020,32	495,73	0,010681	1573,65	5533,38	877,34	2,74
4	1,05	401,06	2021,32	444,84	0,010681	1399,52	7053,54	877,34	3,49
5	1,40	245,36	2021,93	382,80	0,010681	1098,72	9054,02	877,34	4,48
6	1,75	111,39	2022,15	321,65	0,010681	623,13	11312,63	877,34	5,59
7	2,10	-1,19	2021,99	265,86	0,010681	6,92	11740,09	877,34	5,81
8	2,45	-94,24	2021,43	215,41	0,010681	532,15	11414,23	877,34	5,65
9	2,80	-169,64	2020,49	170,23	0,010681	862,29	10270,44	877,34	5,08
10	3,15	-229,22	2019,17	130,14	0,010681	1055,20	9295,19	877,34	4,60
11	3,50	-274,77	2017,45	94,92	0,010681	1173,25	8614,49	877,34	4,27
12	3,85	-307,99	2015,34	64,30	0,010681	1246,18	8154,44	877,34	4,05
13	4,20	-330,49	2012,85	37,96	0,010681	1290,46	7859,51	877,34	3,90
14	4,55	-343,78	2009,97	15,60	0,010681	1315,08	7688,83	877,34	3,83
15	4,90	-349,24	2006,70	-3,14	0,010681	1325,53	7616,37	877,34	3,80
16	5,25	-348,14	2003,05	-18,61	0,010681	1324,73	7621,92	877,34	3,81
17	5,60	-341,63	1999,00	-31,14	0,010681	1314,59	7692,22	877,34	3,85



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 199 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

18	5,95	-330,73	1994,57	-41,07	0,010681	1296,40	7818,36	877,34	3,92
19	6,30	-316,35	1989,75	-48,74	0,010681	1270,85	7993,21	877,34	4,02
20	6,65	-299,29	1984,54	-54,46	0,010681	1237,93	8208,38	877,34	4,14
21	7,00	-280,23	1978,95	-58,52	0,010681	1198,13	8460,97	877,34	4,28
22	7,35	-259,75	1965,55	-67,93	0,010681	1153,98	8732,30	877,34	4,44
23	7,70	-235,97	1951,71	-73,43	0,010681	1096,35	9067,82	877,34	4,65
24	8,05	-210,27	1937,42	-75,83	0,010681	1026,14	9454,75	877,34	4,88
25	8,40	-183,73	1922,69	-75,87	0,010681	944,03	9879,00	877,34	5,14
26	8,75	-157,18	1907,51	-74,19	0,010681	850,62	10323,23	877,34	5,41
27	9,10	-131,21	1891,88	-71,34	0,010681	747,69	10780,83	877,34	5,70
28	9,45	-106,24	1875,80	-67,77	0,010681	637,31	11252,57	877,34	6,00
29	9,80	-82,52	1859,28	-63,85	0,010681	507,28	11429,66	877,34	6,15
30	10,15	-60,17	1844,90	-52,49	0,010681	375,46	11511,44	877,34	6,24
31	10,50	-41,80	1833,34	-41,57	0,010681	264,04	11580,57	877,34	6,32
32	10,85	-27,25	1821,09	-31,51	0,010681	174,13	11636,35	877,34	6,39
33	11,20	-16,22	1808,13	-22,59	0,010681	104,79	11679,37	877,34	6,46
34	11,55	-8,32	1794,46	-14,97	0,010681	54,27	11710,71	877,34	6,53
35	11,90	-3,08	1780,09	-8,74	0,010681	20,28	11731,80	877,34	6,59
36	12,25	-0,02	1765,03	-3,94	0,010681	0,12	11744,31	877,34	6,65
37	12,60	1,36	1749,25	-0,56	0,010681	9,13	11738,72	877,34	6,71
38	12,95	1,56	1732,78	1,39	0,010681	10,56	11737,83	877,34	6,77
39	13,30	1,07	1715,60	1,95	0,010681	7,33	11739,83	877,34	6,84
40	13,65	0,39	1697,72	1,11	0,010681	2,69	11742,71	877,34	6,92
41	14,00	0,00	1679,13	1,11	0,010681	0,00	11744,38	877,34	6,99

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 200 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

#### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

#### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -5,98 Y[m]= 5,98

Raggio del cerchio R[m]= 16,84

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -17,82

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9,77

Larghezza della striscia dx[m]= 1,10

Coefficiente di sicurezza C= 1.90

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	25,7322	64.66	23,2571	0,0253	29.26	0	0
2	70,8395	56.98	59,3969	0,0199	29.26	0	0
3	109,5867	50.57	84,6487	0,0170	29.26	0	0
4	137,9252	44.96	97,4606	0,0153	29.26	0	0
5	161,6176	39.86	103,5806	0,0141	29.26	0	0
6	184,9112	35.12	106,3665	0,0132	25.45	4	0
7	205,8564	30.64	104,9028	0,0126	21.32	8	7
8	220,7562	26.36	98,0099	0,0121	21.32	8	13
9	228,3902	22.23	86,4154	0,0117	21.32	8	18
10	190,1801	18.23	59,4827	0,0114	21.32	8	22
11	101,0529	14.31	24,9782	0,0112	21.32	8	25
12	102,0530	10.46	18,5321	0,0110	21.32	8	27
13	102,9571	6.66	11,9439	0,0109	21.32	8	29
14	104,9443	2.89	5,2920	0,0108	21.32	8	30
15	105,3640	-0.87	-1,5968	0,0108	21.32	8	30
16	104,2217	-4.63	-8,4145	0,0109	21.32	8	29
17	101,5025	-8.41	-14,8518	0,0109	21.32	8	28
18	97,1698	-12.23	-20,5907	0,0111	21.32	8	26
19	91,1631	-16.11	-25,2971	0,0113	21.32	8	23
20	83,3933	-20.07	-28,6111	0,0115	21.32	8	20
21	73,7352	-24.12	-30,1347	0,0119	21.32	8	15
22	62,0163	-28.31	-29,4142	0,0123	21.32	8	10
23	47,9967	-32.68	-25,9147	0,0129	21.32	8	4
24	31,1218	-37.27	-18,8466	0,0136	28.97	0	0
25	10,8172	-42.16	-7,2612	0,0146	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 2755,3043$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 673,3339$  [kN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 1024,4877$  [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 164,7873$  [kN]



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 201 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 10

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

#### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

#### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -5,98 Y[m]= 5,98

Raggio del cerchio R[m]= 16,84

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -17,82

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9,77

Larghezza della striscia dx[m]= 1,10

Coefficiente di sicurezza C= 1.96

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	25,7322	64.66	23,2571	0,0253	29.26	0	0
2	70,8395	56.98	59,3969	0,0199	29.26	0	0
3	109,5867	50.57	84,6487	0,0170	29.26	0	0
4	137,9252	44.96	97,4606	0,0153	29.26	0	0
5	161,6176	39.86	103,5806	0,0141	29.26	0	0
6	184,9112	35.12	106,3665	0,0132	25.45	4	0
7	205,8564	30.64	104,9028	0,0126	21.32	8	7
8	220,7562	26.36	98,0099	0,0121	21.32	8	13
9	228,3902	22.23	86,4154	0,0117	21.32	8	18
10	190,1801	18.23	59,4827	0,0114	21.32	8	22
11	101,0529	14.31	24,9782	0,0112	21.32	8	25
12	102,0530	10.46	18,5321	0,0110	21.32	8	27
13	102,9571	6.66	11,9439	0,0109	21.32	8	29
14	104,9443	2.89	5,2920	0,0108	21.32	8	30
15	105,3640	-0.87	-1,5968	0,0108	21.32	8	30
16	104,2217	-4.63	-8,4145	0,0109	21.32	8	29
17	101,5025	-8.41	-14,8518	0,0109	21.32	8	28
18	97,1698	-12.23	-20,5907	0,0111	21.32	8	26
19	91,1631	-16.11	-25,2971	0,0113	21.32	8	23
20	83,3933	-20.07	-28,6111	0,0115	21.32	8	20
21	73,7352	-24.12	-30,1347	0,0119	21.32	8	15
22	62,0163	-28.31	-29,4142	0,0123	21.32	8	10
23	47,9967	-32.68	-25,9147	0,0129	21.32	8	4
24	31,1218	-37.27	-18,8466	0,0136	28.97	0	0
25	10,8172	-42.16	-7,2612	0,0146	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 2755,3043$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 673,3339$  [kN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 1024,4877$  [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 164,7873$  [kN]

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 202 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	233,8604	[kN]					
Componente orizzontale della spinta statica	214,7883	[kN]					
Componente verticale della spinta statica	92,5024	[kN]					
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,70	[m]	Y	=			-4,72
	[m]						
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]					
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,95	[°]					
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,70	[m]	Y	=			-7,80
	[m]						
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	481,0000	[kN]					
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,85	[m]	Y	=			-3,25
	[m]						

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	214,7883	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	912,0083	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	912,0083	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	214,7883	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	936,9595	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,25	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-197,0311	[kNm]



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 203 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1128	0,5213	3,4924
3	0,65	8,4833	2,1870	7,4663
4	0,98	13,1114	5,1483	11,9158
5	1,30	17,9971	9,5554	16,8395
6	1,63	23,1404	15,5580	22,2374
7	1,95	28,5413	23,3061	28,1095
8	2,27	34,1999	32,9497	34,4558
9	2,60	40,1161	44,6386	41,2763
10	2,93	46,2899	58,5228	48,5711
11	3,25	52,7214	74,7521	56,3400
12	3,58	59,4104	93,4765	64,5832
13	3,90	66,3571	114,8459	73,3006
14	4,23	73,5614	139,0101	82,4921
15	4,55	81,0234	166,1192	92,1579
16	4,88	88,7429	196,3231	102,2980
17	5,20	96,7201	229,7715	112,9122
18	5,53	104,9549	266,6145	124,0006
19	5,85	113,4474	307,0020	135,5632
20	6,17	122,1974	351,0838	147,6001
21	6,50	131,2051	399,0034	160,0353



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 204 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 11

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,4073	0,2859	-11,5452	15,8788
2	0,20	-2,9840	4,0062	-75,3383	42,7937
3	0,40	-14,8333	11,3528	-89,3557	79,6660
4	0,60	-21,2799	26,1834	-1,7882	123,3361
5	0,80	-2,4260	49,6536	0,0000	209,1122
6	1,00	0,0000	81,1766	0,0000	365,9911
7	1,20	0,0000	117,4325	0,0000	542,5526
8	1,42	0,0000	209,6180	0,0000	525,8253
9	1,65	0,0000	319,6920	0,0000	519,0452
10	2,80	-289,0637	0,0000	-376,4778	394,4330
11	2,85	-262,5669	0,0000	-368,8496	402,2809
12	3,05	-198,8502	0,0000	-252,9033	165,9263
13	3,25	-189,5507	0,0000	-171,8801	0,0000
14	3,45	-167,3059	0,0000	-164,8480	0,0000
15	3,65	-123,9017	0,0000	-292,5579	0,0000
16	3,86	-75,4349	0,0000	-219,8095	0,0000
17	4,06	-47,2940	0,0000	-153,9470	0,0000
18	4,27	-26,9798	0,0000	-102,4921	0,0000
19	4,47	-12,1598	1,4939	-58,0865	0,0000
20	4,68	-3,2973	11,2747	-28,6380	6,2474
21	4,89	-0,0191	13,6358	-6,0191	57,6292
22	5,09	-1,0297	7,1954	0,0000	127,5244
23	5,30	-16,0384	0,0000	0,0000	202,1186
24	5,50	-35,7938	0,0000	0,0000	96,5451
25	5,70	-41,5342	0,0000	-9,6968	31,1807
26	5,90	-36,9208	0,0000	-52,2890	0,5425
27	6,10	-18,8290	0,0000	-165,9663	0,0000
28	6,30	-4,5189	0,7888	-91,7463	0,0000
29	6,50	0,0000	0,6515	-15,3772	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,1220	1,6113	-11,3003	122,5017
2	0,27	-5,6393	9,0033	-68,5381	123,1782
3	0,53	-20,4242	6,5248	-163,9559	180,9919
4	0,80	-44,0602	1,1963	-260,7411	159,0440
5	1,00	-66,0212	0,0000	-115,4462	154,1681
6	1,20	-72,5983	0,0000	-49,3965	49,3965
7	1,40	-66,0212	0,0000	-154,1681	115,4462
8	1,60	-44,0602	1,1963	-159,0440	260,7411
9	1,87	-20,4242	6,5248	-180,9919	163,9559
10	2,13	-5,6393	9,0033	-123,1782	68,5381
11	2,40	-0,1220	1,6113	-122,5017	11,3003

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 205 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,001901	0,004524	0	0	0	0
2	0,33	1,00, 0,53	0,001901	0,004524	13	8	0	-184
3	0,65	1,00, 0,56	0,001901	0,004524	45	16	536	-610
4	0,98	1,00, 0,60	0,001901	0,004524	98	25	2119	-1278
5	1,30	1,00, 0,63	0,001901	0,004524	167	33	4716	-2137
6	1,63	1,00, 0,66	0,001901	0,004524	249	41	8268	-3168
7	1,95	1,00, 0,69	0,001901	0,004524	345	50	12742	-4360
8	2,27	1,00, 0,73	0,001901	0,004524	452	58	18114	-5702
9	2,60	1,00, 0,76	0,001901	0,004524	569	67	24364	-7188
10	2,93	1,00, 0,79	0,001901	0,004524	697	75	31478	-8809
11	3,25	1,00, 0,82	0,001901	0,004524	835	83	39443	-10561
12	3,58	1,00, 0,86	0,001901	0,004524	981	92	48248	-12436
13	3,90	1,00, 0,89	0,001901	0,004524	1137	100	57886	-14432
14	4,23	1,00, 0,92	0,001901	0,004524	1300	109	68349	-16542
15	4,55	1,00, 0,95	0,001901	0,004524	1471	117	79630	-18764
16	4,88	1,00, 0,99	0,001901	0,004524	1650	126	91724	-21094
17	5,20	1,00, 1,02	0,001901	0,004524	1836	134	104626	-23527
18	5,53	1,00, 1,05	0,001901	0,004524	2029	143	118331	-26062
19	5,85	1,00, 1,08	0,003801	0,004524	1790	151	68640	-24131
20	6,17	1,00, 1,12	0,001901	0,004524	2435	160	148141	-31425
21	6,50	1,00, 1,15	0,001901	0,004524	2648	168	164235	-34247

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 206 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 11

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	2	-7	104	77
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	20	-19	1460	562
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	65	39	4138	2795
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	130	70	9544	4009
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	246	146	18099	-3182
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	403	224	29589	-5202
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	583	300	42804	-7525
8	1,42	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1040	292	76405	-13433
9	1,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1587	282	116527	-20486

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	3	-11	237	-42
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	20	-30	287	851
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	82	-54	-1123	3548
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	162	-25	-2201	6956
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	182	18	-2476	7826
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	157	40	-2134	6744
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	70	72	-956	3022
8	1,41	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	36	45	2623	-461
9	1,61	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	68	22	4970	-874
10	1,82	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	56	-18	4110	-723
11	2,03	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	53	-49	-725	2291
12	2,23	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	118	-81	-1608	5083
13	2,44	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	207	-113	-2820	8911
14	2,64	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	330	-144	-4497	14213
15	2,85	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	542	-169	-7387	23345
16	3,05	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	732	-127	-9974	31523
17	3,25	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	829	-86	-11300	35714
18	3,45	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	870	-122	-11855	37466
19	3,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1149	163	-15653	49471
20	3,70	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1265	-169	-17233	54464

### Armature e tensioni piastre

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 207 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione n° 11

X	ascissa sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione

### Piastra fondazione monte

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>
1	-1,20	0,000466	0,000466	-224	2808	20	28
2	-0,93	0,000466	0,000466	9826	9735	69	25
3	-0,67	0,000466	0,000466	35588	11369	251	-53
4	-0,40	0,000466	0,000466	76772	-6124	542	-81
5	-0,20	0,000466	0,000466	115037	-9177	812	-40
6	0,00	0,000466	0,000466	126498	-10091	893	19
7	0,20	0,000466	0,000466	115037	-9177	812	40
8	0,40	0,000466	0,000466	76772	-6124	542	81
9	0,67	0,000466	0,000466	35588	11369	251	53
10	0,93	0,000466	0,000466	9826	9735	69	-25
11	1,20	0,000466	0,000466	-224	2808	20	-28

### Piastra fondazione valle

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>
1	-1,20	0,000466	0,000466	213	1396	10	54
2	-0,93	0,000466	0,000466	2844	15688	111	58
3	-0,67	0,000466	0,000466	20904	7800	148	-66
4	-0,40	0,000466	0,000466	59258	-4727	418	-108
5	-0,20	0,000466	0,000466	97741	-7797	690	-53
6	0,00	0,000466	0,000466	109406	-8728	772	-23
7	0,20	0,000466	0,000466	97741	-7797	690	53
8	0,40	0,000466	0,000466	59258	-4727	418	108
9	0,67	0,000466	0,000466	20904	7800	148	66
10	0,93	0,000466	0,000466	2844	15688	111	-58
11	1,20	0,000466	0,000466	213	1396	10	-54

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
M <sub>pf</sub>	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ε <sub>m</sub>	deformazione media espressa in [%]
s <sub>m</sub>	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	0,00	0,001901	0,004524	-72,24	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,33	0,001901	0,004524	-81,25	-0,52	0,0000	0,00	0,000
3	0,65	0,001901	0,004524	-90,75	-2,19	0,0000	0,00	0,000
4	0,98	0,001901	0,004524	-100,76	-5,15	0,0000	0,00	0,000
5	1,30	0,001901	0,004524	-111,26	-9,56	0,0000	0,00	0,000
6	1,63	0,001901	0,004524	-122,26	-15,56	0,0000	0,00	0,000



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 208 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

7	1,95	0,001901	0,004524	-133,76	-23,31	0,0000	0,00	0,000
8	2,27	0,001901	0,004524	-145,75	-32,95	0,0000	0,00	0,000
9	2,60	0,001901	0,004524	-158,24	-44,64	0,0000	0,00	0,000
10	2,93	0,001901	0,004524	-171,22	-58,52	0,0000	0,00	0,000
11	3,25	0,001901	0,004524	-184,71	-74,75	0,0000	0,00	0,000
12	3,58	0,001901	0,004524	-198,69	-93,48	0,0000	0,00	0,000
13	3,90	0,001901	0,004524	-213,16	-114,85	0,0000	0,00	0,000
14	4,23	0,001901	0,004524	-228,13	-139,01	0,0000	0,00	0,000
15	4,55	0,001901	0,004524	-243,60	-166,12	0,0000	0,00	0,000
16	4,88	0,001901	0,004524	-259,56	-196,32	0,0000	0,00	0,000
17	5,20	0,001901	0,004524	-276,02	-229,77	0,0000	0,00	0,000
18	5,53	0,001901	0,004524	-292,97	-266,61	0,0000	0,00	0,000
19	5,85	0,003801	0,004524	-332,43	-307,00	0,0000	0,00	0,000
20	6,17	0,001901	0,004524	-328,36	-351,08	0,0432	122,91	0,090
21	6,50	0,001901	0,004524	-346,80	-399,00	0,0478	122,91	0,100

### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-2,80	0,004524	0,002262	-468,31	-0,41	0,0000	0,00	0,000
2	-2,60	0,004524	0,002262	444,39	4,01	0,0000	0,00	0,000
3	-2,40	0,004524	0,002262	-468,31	-14,83	0,0000	0,00	0,000
4	-2,20	0,004524	0,002262	444,39	26,18	0,0000	0,00	0,000
5	-2,00	0,004524	0,002262	444,39	49,65	0,0000	0,00	0,000
6	-1,80	0,004524	0,002262	444,39	81,18	0,0000	0,00	0,000
7	-1,60	0,004524	0,002262	444,39	117,43	0,0000	0,00	0,000
8	-1,37	0,004524	0,002262	444,39	209,62	0,0000	0,00	0,000
9	-1,15	0,004524	0,002262	444,39	319,69	0,0000	0,00	0,000
10	0,00	0,004524	0,002262	-468,31	-289,06	0,0000	0,00	0,000
11	0,05	0,004524	0,002262	-468,31	-262,57	0,0000	0,00	0,000
12	0,25	0,004524	0,002262	-468,31	-198,85	0,0000	0,00	0,000
13	0,45	0,004524	0,002262	-468,31	-189,55	0,0000	0,00	0,000
14	0,65	0,004524	0,002262	-468,31	-167,31	0,0000	0,00	0,000
15	0,85	0,004524	0,002262	-468,31	-123,90	0,0000	0,00	0,000
16	1,06	0,004524	0,002262	-468,31	-75,43	0,0000	0,00	0,000
17	1,26	0,004524	0,002262	-468,31	-47,29	0,0000	0,00	0,000
18	1,47	0,004524	0,002262	-468,31	-26,98	0,0000	0,00	0,000
19	1,67	0,004524	0,002262	-468,31	-12,16	0,0000	0,00	0,000
20	1,88	0,004524	0,002262	444,39	11,27	0,0000	0,00	0,000
21	2,09	0,004524	0,002262	444,39	13,64	0,0000	0,00	0,000
22	2,29	0,004524	0,002262	444,39	7,20	0,0000	0,00	0,000
23	2,50	0,004524	0,002262	-468,31	-16,04	0,0000	0,00	0,000
24	2,70	0,004524	0,002262	-468,31	-35,79	0,0000	0,00	0,000
25	2,90	0,004524	0,002262	-468,31	-41,53	0,0000	0,00	0,000
26	3,10	0,004524	0,002262	-468,31	-36,92	0,0000	0,00	0,000
27	3,30	0,004524	0,002262	-468,31	-18,83	0,0000	0,00	0,000
28	3,50	0,004524	0,002262	-468,31	-4,52	0,0000	0,00	0,000
29	3,70	0,004524	0,002262	444,39	0,65	0,0000	0,00	0,000



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 209 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Analisi dei pali

#### Combinazione n° 11

Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kN]	214,788
Verticale [kN]	912,008	
Momento [kNm]	197,031	

#### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[m]	0,0030626
Verticale [m]	0,0006040	
Rotazione [°]	-0,00175	

#### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	1	639,25	171,83	305,65
2	1	729,61	171,83	305,65
3	1	819,96	171,83	305,65

#### COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	277,3360	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	254,7182	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	109,6990	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,70	[m]	Y =	-4,48
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,13	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,70	[m]	Y =	-7,80
	[m]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	620,3917	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,85	[m]	Y =	-3,25
	[m]			

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	254,7182	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1068,5965	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1068,5965	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	254,7182	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,25	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1098,5354	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,41	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-263,4050	[kNm]



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 210 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1128	0,4621	3,2581
3	0,65	8,4833	2,1236	7,8776
4	0,98	13,1114	5,5524	14,6430
5	1,30	17,9971	11,3776	22,8813
6	1,63	23,1404	19,8990	31,7022
7	1,95	28,5413	31,2819	41,0121
8	2,27	34,1999	45,6756	50,7804
9	2,60	40,1161	63,2220	60,9917
10	2,93	46,2899	84,0593	71,6373
11	3,25	52,7214	108,3236	82,7120
12	3,58	59,4104	136,1496	94,2126
13	3,90	66,3571	167,6711	106,1370
14	4,23	73,5614	203,0210	118,4777
15	4,55	81,0234	242,3143	131,1111
16	4,88	88,7429	285,6278	143,9963
17	5,20	96,7201	333,0618	157,2686
18	5,53	104,9549	384,7448	170,9581
19	5,85	113,4474	440,8085	185,0652
20	6,17	122,1974	501,3843	199,5897
21	6,50	131,2051	566,5977	214,4647

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 211 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 12

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,4876	0,3142	-13,0331	18,4508
2	0,20	-3,3678	4,7176	-85,9693	50,5208
3	0,40	-16,7724	13,5092	-98,7799	94,1130
4	0,60	-23,7293	31,1530	-1,4812	145,8575
5	0,80	-1,2348	58,9844	0,0000	245,9472
6	1,00	0,0000	96,3252	0,0000	428,3328
7	1,20	0,0000	139,3320	0,0000	633,3322
8	1,42	0,0000	247,3877	0,0000	615,0652
9	1,65	0,0000	376,3785	0,0000	608,2802
10	2,80	-407,2201	0,0000	-471,1308	432,8303
11	2,85	-374,4901	0,0000	-463,4771	440,6615
12	3,05	-293,0057	0,0000	-332,5657	159,3881
13	3,25	-274,2110	0,0000	-243,4826	0,0000
14	3,45	-239,7003	0,0000	-234,1725	0,0000
15	3,65	-181,1049	0,0000	-381,0653	0,0000
16	3,86	-117,2873	0,0000	-289,2613	0,0000
17	4,06	-78,2816	0,0000	-207,7743	0,0000
18	4,27	-49,2320	0,0000	-143,1562	0,0000
19	4,47	-27,4689	0,0000	-86,9305	0,0000
20	4,68	-13,4933	3,8236	-48,8676	0,0555
21	4,89	-6,8114	9,4136	-17,2808	57,4047
22	5,09	-5,8579	3,9050	0,0000	143,3047
23	5,30	-22,2069	0,0000	0,0000	234,0838
24	5,50	-44,6242	0,0000	-0,6893	108,9474
25	5,70	-50,6655	0,0000	-14,6664	32,9256
26	5,90	-44,6125	0,0000	-67,0230	1,2081
27	6,10	-22,6918	0,0000	-199,4835	0,0000
28	6,30	-5,4416	0,8805	-110,0295	0,0000
29	6,50	0,0000	0,7874	-18,5316	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,1704	1,9395	-13,2737	144,4372
2	0,27	-6,6720	10,3874	-79,4527	142,2318
3	0,53	-24,2737	7,6311	-189,9149	207,1211
4	0,80	-52,4295	1,3803	-303,8564	191,5097
5	1,00	-78,5889	0,0000	-136,0156	180,7787
6	1,20	-86,4246	0,0000	-58,0130	58,0130
7	1,40	-78,5889	0,0000	-180,7787	136,0156
8	1,60	-52,4295	1,3803	-191,5097	303,8564
9	1,87	-24,2737	7,6311	-207,1211	189,9149
10	2,13	-6,6720	10,3874	-142,2318	79,4527
11	2,40	-0,1704	1,9395	-144,4372	13,2737

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 212 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,001901	0,004524	0	0	0	0
2	0,33	1,00, 0,53	0,001901	0,004524	12	8	-13	-173
3	0,65	1,00, 0,56	0,001901	0,004524	44	17	488	-593
4	0,98	1,00, 0,60	0,001901	0,004524	106	30	2485	-1368
5	1,30	1,00, 0,63	0,001901	0,004524	197	45	6354	-2493
6	1,63	1,00, 0,66	0,001901	0,004524	316	59	12025	-3939
7	1,95	1,00, 0,69	0,001901	0,004524	457	73	19344	-5666
8	2,27	1,00, 0,73	0,001901	0,004524	617	86	28179	-7645
9	2,60	1,00, 0,76	0,001901	0,004524	794	98	38421	-9846
10	2,93	1,00, 0,79	0,001901	0,004524	987	111	49975	-12248
11	3,25	1,00, 0,82	0,001901	0,004524	1192	122	62763	-14830
12	3,58	1,00, 0,86	0,001901	0,004524	1408	134	76717	-17576
13	3,90	1,00, 0,89	0,001901	0,004524	1635	145	91782	-20471
14	4,23	1,00, 0,92	0,001901	0,004524	1872	156	107907	-23504
15	4,55	1,00, 0,95	0,001901	0,004524	2117	167	125041	-26661
16	4,88	1,00, 0,99	0,001901	0,004524	2369	177	143115	-29930
17	5,20	1,00, 1,02	0,001901	0,004524	2627	187	162085	-33300
18	5,53	1,00, 1,05	0,001901	0,004524	2892	197	181925	-36765
19	5,85	1,00, 1,08	0,003801	0,004524	2530	207	104169	-33907
20	6,17	1,00, 1,12	0,001901	0,004524	3438	216	224143	-43961
21	6,50	1,00, 1,15	0,001901	0,004524	3719	226	246485	-47683

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 213 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 12

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	2	-8	115	92
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	23	-22	1720	635
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	73	46	4924	3160
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	155	83	11355	4471
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	293	172	21500	-3780
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	478	264	35110	-6173
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	692	353	50786	-8929
8	1,42	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1228	344	90172	-15853
9	1,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1868	334	137189	-24119

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	4	-13	287	-50
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	24	-36	-324	1025
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	99	-66	-1353	4275
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	195	-32	-2660	8406
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	222	18	-3021	9546
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	195	46	-2660	8408
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	97	79	-1324	4184
8	1,41	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	26	46	1423	1104
9	1,61	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	47	16	3431	1283
10	1,82	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	59	-33	1394	2542
11	2,03	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	120	-75	-1638	5176
12	2,23	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	215	-117	-2935	9276
13	2,44	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	342	-158	-4667	14749
14	2,64	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	513	-198	-6992	22099
15	2,85	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	792	-233	-10797	34123
16	3,05	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1049	-188	-14290	45163
17	3,25	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1200	-136	-16348	51665
18	3,45	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1282	-177	-17468	55206
19	3,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1638	-206	-22326	70559
20	3,70	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1781	-226	-24277	76726

### Armature e tensioni piastre

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 214 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione n° 12

X	ascissa sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione

### Piastra fondazione monte

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>
1	-1,20	0,000466	0,000466	-270	3379	24	35
2	-0,93	0,000466	0,000466	11626	11385	82	30
3	-0,67	0,000466	0,000466	42295	13297	299	-63
4	-0,40	0,000466	0,000466	91355	-7288	645	-96
5	-0,20	0,000466	0,000466	136936	-10924	967	-49
6	0,00	0,000466	0,000466	150589	-12013	1063	24
7	0,20	0,000466	0,000466	136936	-10924	967	49
8	0,40	0,000466	0,000466	91355	-7288	645	96
9	0,67	0,000466	0,000466	42295	13297	299	63
10	0,93	0,000466	0,000466	11626	11385	82	-30
11	1,20	0,000466	0,000466	-270	3379	24	-35

### Piastra fondazione valle

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>
1	-1,20	0,000466	0,000466	297	1560	11	62
2	-0,93	0,000466	0,000466	3296	18099	128	68
3	-0,67	0,000466	0,000466	24204	8995	171	-77
4	-0,40	0,000466	0,000466	68521	-5466	484	-125
5	-0,20	0,000466	0,000466	113007	-9015	798	-62
6	0,00	0,000466	0,000466	126493	-10091	893	-26
7	0,20	0,000466	0,000466	113007	-9015	798	62
8	0,40	0,000466	0,000466	68521	-5466	484	125
9	0,67	0,000466	0,000466	24204	8995	171	77
10	0,93	0,000466	0,000466	3296	18099	128	-68
11	1,20	0,000466	0,000466	297	1560	11	-62

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
M <sub>pf</sub>	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ε <sub>m</sub>	deformazione media espressa in [%]
s <sub>m</sub>	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	0,00	0,001901	0,004524	-72,24	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,33	0,001901	0,004524	-81,25	-0,46	0,0000	0,00	0,000
3	0,65	0,001901	0,004524	-90,75	-2,12	0,0000	0,00	0,000
4	0,98	0,001901	0,004524	-100,76	-5,55	0,0000	0,00	0,000
5	1,30	0,001901	0,004524	-111,26	-11,38	0,0000	0,00	0,000
6	1,63	0,001901	0,004524	-122,26	-19,90	0,0000	0,00	0,000



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 215 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

7	1,95	0,001901	0,004524	-133,76	-31,28	0,0000	0,00	0,000
8	2,27	0,001901	0,004524	-145,75	-45,68	0,0000	0,00	0,000
9	2,60	0,001901	0,004524	-158,24	-63,22	0,0000	0,00	0,000
10	2,93	0,001901	0,004524	-171,22	-84,06	0,0000	0,00	0,000
11	3,25	0,001901	0,004524	-184,71	-108,32	0,0000	0,00	0,000
12	3,58	0,001901	0,004524	-198,69	-136,15	0,0000	0,00	0,000
13	3,90	0,001901	0,004524	-213,16	-167,67	0,0000	0,00	0,000
14	4,23	0,001901	0,004524	-228,13	-203,02	0,0000	0,00	0,000
15	4,55	0,001901	0,004524	-243,60	-242,31	0,0000	0,00	0,000
16	4,88	0,001901	0,004524	-259,56	-285,63	0,0417	122,91	0,087
17	5,20	0,001901	0,004524	-276,02	-333,06	0,0472	122,91	0,099
18	5,53	0,001901	0,004524	-292,97	-384,74	0,0555	122,91	0,116
19	5,85	0,003801	0,004524	-332,43	-440,81	0,0327	75,70	0,042
20	6,17	0,001901	0,004524	-328,36	-501,38	0,0793	122,91	0,166
21	6,50	0,001901	0,004524	-346,80	-566,60	0,0914	122,91	0,191

### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-2,80	0,004524	0,002262	-468,31	-0,49	0,0000	0,00	0,000
2	-2,60	0,004524	0,002262	444,39	4,72	0,0000	0,00	0,000
3	-2,40	0,004524	0,002262	-468,31	-16,77	0,0000	0,00	0,000
4	-2,20	0,004524	0,002262	444,39	31,15	0,0000	0,00	0,000
5	-2,00	0,004524	0,002262	444,39	58,98	0,0000	0,00	0,000
6	-1,80	0,004524	0,002262	444,39	96,33	0,0000	0,00	0,000
7	-1,60	0,004524	0,002262	444,39	139,33	0,0000	0,00	0,000
8	-1,37	0,004524	0,002262	444,39	247,39	0,0000	0,00	0,000
9	-1,15	0,004524	0,002262	444,39	376,38	0,0000	0,00	0,000
10	0,00	0,004524	0,002262	-468,31	-407,22	0,0000	0,00	0,000
11	0,05	0,004524	0,002262	-468,31	-374,49	0,0000	0,00	0,000
12	0,25	0,004524	0,002262	-468,31	-293,01	0,0000	0,00	0,000
13	0,45	0,004524	0,002262	-468,31	-274,21	0,0000	0,00	0,000
14	0,65	0,004524	0,002262	-468,31	-239,70	0,0000	0,00	0,000
15	0,85	0,004524	0,002262	-468,31	-181,10	0,0000	0,00	0,000
16	1,06	0,004524	0,002262	-468,31	-117,29	0,0000	0,00	0,000
17	1,26	0,004524	0,002262	-468,31	-78,28	0,0000	0,00	0,000
18	1,47	0,004524	0,002262	-468,31	-49,23	0,0000	0,00	0,000
19	1,67	0,004524	0,002262	-468,31	-27,47	0,0000	0,00	0,000
20	1,88	0,004524	0,002262	-468,31	-13,49	0,0000	0,00	0,000
21	2,09	0,004524	0,002262	444,39	9,41	0,0000	0,00	0,000
22	2,29	0,004524	0,002262	-468,31	-5,86	0,0000	0,00	0,000
23	2,50	0,004524	0,002262	-468,31	-22,21	0,0000	0,00	0,000
24	2,70	0,004524	0,002262	-468,31	-44,62	0,0000	0,00	0,000
25	2,90	0,004524	0,002262	-468,31	-50,67	0,0000	0,00	0,000
26	3,10	0,004524	0,002262	-468,31	-44,61	0,0000	0,00	0,000
27	3,30	0,004524	0,002262	-468,31	-22,69	0,0000	0,00	0,000
28	3,50	0,004524	0,002262	-468,31	-5,44	0,0000	0,00	0,000
29	3,70	0,004524	0,002262	444,39	0,79	0,0000	0,00	0,000

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 216 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Analisi dei pali

#### Combinazione n° 12

##### Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kN]	254,718
Verticale [kN]	1068,597	
Momento [kNm]	263,405	

##### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[m]	0,0036234
Verticale [m]	0,0007077	
Rotazione [°]	-0,00180	

##### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	1	761,73	203,77	363,38
2	1	854,88	203,77	363,38
3	1	948,02	203,77	363,38

#### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	292,9609	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	269,0689	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	115,8794	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,70	[m]	Y =	-4,43
	[m]			
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	62,82	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,70	[m]	Y =	-7,80
	[m]			
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	666,8556	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,85	[m]	Y =	-3,25
	[m]			

##### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	269,0689	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1121,2408	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1121,2408	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	269,0689	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1153,0737	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,49	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-286,3376	[kNm]





## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 217 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 13

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1128	0,4262	3,1159
3	0,65	8,4833	2,0830	8,0791
4	0,98	13,1114	5,7083	15,7079
5	1,30	17,9971	12,0483	24,9985
6	1,63	23,1404	21,4363	34,9218
7	1,95	28,5413	34,0471	45,3496
8	2,27	34,1999	50,0323	56,2369
9	2,60	40,1161	69,5332	67,5612
10	2,93	46,2899	92,6851	79,3095
11	3,25	52,7214	119,6204	91,4744
12	3,58	59,4104	150,4694	104,0510
13	3,90	66,3571	185,3612	117,0362
14	4,23	73,5614	224,4231	130,4172
15	4,55	81,0234	267,7581	144,0310
16	4,88	88,7429	315,4202	157,8297
17	5,20	96,7201	367,4949	171,9902
18	5,53	104,9549	424,1043	186,5497
19	5,85	113,4474	485,3742	201,5088
20	6,17	122,1974	551,4301	216,8673
21	6,50	131,2051	622,3922	232,5611

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 218 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 13

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,5149	0,3238	-13,5378	19,3245
2	0,20	-3,4984	4,9595	-89,5843	53,1482
3	0,40	-17,4319	14,2426	-101,9583	99,0263
4	0,60	-24,5624	32,8431	-1,3898	153,5158
5	0,80	-0,8297	62,1578	0,0000	258,4740
6	1,00	0,0000	101,4772	0,0000	449,5344
7	1,20	0,0000	146,7801	0,0000	664,2062
8	1,42	0,0000	260,2333	0,0000	645,4156
9	1,65	0,0000	395,6576	0,0000	638,6292
10	2,80	-446,7517	0,0000	-502,7325	445,9099
11	2,85	-411,9392	0,0000	-495,0725	453,7363
12	3,05	-324,5240	0,0000	-359,1592	157,4096
13	3,25	-302,5790	0,0000	-267,3723	0,0000
14	3,45	-263,9800	0,0000	-257,3120	0,0000
15	3,65	-200,3079	0,0000	-410,5979	0,0000
16	3,86	-131,3536	0,0000	-312,5095	0,0000
17	4,06	-88,7115	0,0000	-225,8011	0,0000
18	4,27	-56,7381	0,0000	-156,7894	0,0000
19	4,47	-32,6478	0,0000	-96,6316	0,0000
20	4,68	-16,9549	1,2761	-56,0629	0,0000
21	4,89	-9,1258	7,9549	-21,2706	57,2830
22	5,09	-7,5054	2,7700	-0,7149	148,4859
23	5,30	-24,2858	0,0000	0,0000	244,6366
24	5,50	-47,5776	0,0000	-1,2059	112,9892
25	5,70	-53,7111	0,0000	-16,3522	33,4527
26	5,90	-47,1741	0,0000	-71,9398	1,2590
27	6,10	-23,9776	0,0000	-210,6351	0,0000
28	6,30	-5,7487	0,9104	-116,1106	0,0000
29	6,50	0,0000	0,8326	-19,5814	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,1869	2,0487	-13,9298	151,7903
2	0,27	-7,0154	10,8582	-83,1633	149,4775
3	0,53	-25,5529	8,0043	-198,7419	216,4005
4	0,80	-55,2104	1,4422	-318,5329	201,9095
5	1,00	-82,7646	0,0000	-143,0379	189,7265
6	1,20	-91,0183	0,0000	-60,9094	60,9094
7	1,40	-82,7646	0,0000	-189,7265	143,0379
8	1,60	-55,2104	1,4422	-201,9095	318,5329
9	1,87	-25,5529	8,0043	-216,4005	198,7419
10	2,13	-7,0154	10,8582	-149,4775	83,1633
11	2,40	-0,1869	2,0487	-151,7903	13,9298

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 219 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali del muro

#### Combinazione n° 13

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,001901	0,004524	0	0	0	0
2	0,33	1,00, 0,53	0,001901	0,004524	12	7	-21	-166
3	0,65	1,00, 0,56	0,001901	0,004524	43	18	458	-583
4	0,98	1,00, 0,60	0,001901	0,004524	108	33	2628	-1402
5	1,30	1,00, 0,63	0,001901	0,004524	208	49	6963	-2622
6	1,63	1,00, 0,66	0,001901	0,004524	339	65	13365	-4207
7	1,95	1,00, 0,69	0,001901	0,004524	495	80	21644	-6113
8	2,27	1,00, 0,73	0,001901	0,004524	673	95	31639	-8302
9	2,60	1,00, 0,76	0,001901	0,004524	870	109	43209	-10741
10	2,93	1,00, 0,79	0,001901	0,004524	1084	122	56238	-13400
11	3,25	1,00, 0,82	0,001901	0,004524	1311	135	70626	-16256
12	3,58	1,00, 0,86	0,001901	0,004524	1551	148	86288	-19289
13	3,90	1,00, 0,89	0,001901	0,004524	1802	160	103150	-22481
14	4,23	1,00, 0,92	0,001901	0,004524	2062	172	121152	-25818
15	4,55	1,00, 0,95	0,001901	0,004524	2332	183	140224	-29285
16	4,88	1,00, 0,99	0,001901	0,004524	2608	194	160279	-32865
17	5,20	1,00, 1,02	0,001901	0,004524	2890	205	181259	-36544
18	5,53	1,00, 1,05	0,001901	0,004524	3179	215	203133	-40317
19	5,85	1,00, 1,08	0,003801	0,004524	2776	225	116015	-37153
20	6,17	1,00, 1,12	0,001901	0,004524	3771	235	249470	-48120
21	6,50	1,00, 1,15	0,001901	0,004524	4075	245	273887	-52140

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 220 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Armature e tensioni nei materiali della fondazione

#### Combinazione n° 13

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	2	-8	118	97
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	25	-22	1808	659
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	76	49	5191	3284
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	163	88	11971	4628
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	309	181	22656	-3983
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	504	278	36988	-6503
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	729	371	53501	-9406
8	1,42	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1292	362	94854	-16676
9	1,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1964	351	144216	-25354

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	4	-14	303	-53
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	25	-38	-343	1083
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	105	-70	-1429	4518
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	206	-34	-2812	8888
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	235	18	-3202	10120
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	208	47	-2836	8964
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	106	82	-1448	4576
8	1,41	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	33	46	1010	1414
9	1,61	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	40	18	2900	1719
10	1,82	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	74	-36	-1011	3195
11	2,03	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	143	-84	-1946	6151
12	2,23	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	248	-129	-3383	10690
13	2,44	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	388	-173	-5289	16715
14	2,64	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	575	-216	-7831	24749
15	2,85	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	876	-254	-11942	37741
16	3,05	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1155	-208	-15738	49738
17	3,25	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1324	-154	-18039	57010
18	3,45	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1420	-195	-19347	61145
19	3,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1802	-224	-24558	77615
20	3,70	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1954	-245	-26634	84174

### Armature e tensioni piastre

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 221 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione n° 13

X	ascissa sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione

### Piastra fondazione monte

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>
1	-1,20	0,000466	0,000466	-285	3570	25	39
2	-0,93	0,000466	0,000466	12224	11942	86	31
3	-0,67	0,000466	0,000466	44524	13947	314	-66
4	-0,40	0,000466	0,000466	96200	-7674	679	-100
5	-0,20	0,000466	0,000466	144212	-11504	1018	-52
6	0,00	0,000466	0,000466	158593	-12651	1120	26
7	0,20	0,000466	0,000466	144212	-11504	1018	52
8	0,40	0,000466	0,000466	96200	-7674	679	100
9	0,67	0,000466	0,000466	44524	13947	314	66
10	0,93	0,000466	0,000466	12224	11942	86	-31
11	1,20	0,000466	0,000466	-285	3570	25	-39

### Piastra fondazione valle

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>
1	-1,20	0,000466	0,000466	326	1615	11	65
2	-0,93	0,000466	0,000466	3450	18920	134	71
3	-0,67	0,000466	0,000466	25326	9401	179	-80
4	-0,40	0,000466	0,000466	71671	-5717	506	-131
5	-0,20	0,000466	0,000466	118199	-9429	834	-64
6	0,00	0,000466	0,000466	132304	-10554	934	-28
7	0,20	0,000466	0,000466	118199	-9429	834	64
8	0,40	0,000466	0,000466	71671	-5717	506	131
9	0,67	0,000466	0,000466	25326	9401	179	80
10	0,93	0,000466	0,000466	3450	18920	134	-71
11	1,20	0,000466	0,000466	326	1615	11	-65

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 13

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
M <sub>pf</sub>	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ε <sub>m</sub>	deformazione media espressa in [%]
s <sub>m</sub>	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	s <sub>m</sub>	w
1	0,00	0,001901	0,004524	-72,24	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,33	0,001901	0,004524	-81,25	-0,43	0,0000	0,00	0,000
3	0,65	0,001901	0,004524	-90,75	-2,08	0,0000	0,00	0,000
4	0,98	0,001901	0,004524	-100,76	-5,71	0,0000	0,00	0,000
5	1,30	0,001901	0,004524	-111,26	-12,05	0,0000	0,00	0,000
6	1,63	0,001901	0,004524	-122,26	-21,44	0,0000	0,00	0,000



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 222 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

7	1,95	0,001901	0,004524	-133,76	-34,05	0,0000	0,00	0,000
8	2,27	0,001901	0,004524	-145,75	-50,03	0,0000	0,00	0,000
9	2,60	0,001901	0,004524	-158,24	-69,53	0,0000	0,00	0,000
10	2,93	0,001901	0,004524	-171,22	-92,69	0,0000	0,00	0,000
11	3,25	0,001901	0,004524	-184,71	-119,62	0,0000	0,00	0,000
12	3,58	0,001901	0,004524	-198,69	-150,47	0,0000	0,00	0,000
13	3,90	0,001901	0,004524	-213,16	-185,36	0,0000	0,00	0,000
14	4,23	0,001901	0,004524	-228,13	-224,42	0,0000	0,00	0,000
15	4,55	0,001901	0,004524	-243,60	-267,76	0,0409	122,91	0,085
16	4,88	0,001901	0,004524	-259,56	-315,42	0,0467	122,91	0,098
17	5,20	0,001901	0,004524	-276,02	-367,49	0,0567	122,91	0,119
18	5,53	0,001901	0,004524	-292,97	-424,10	0,0692	122,91	0,145
19	5,85	0,003801	0,004524	-332,43	-485,37	0,0403	75,70	0,052
20	6,17	0,001901	0,004524	-328,36	-551,43	0,0946	122,91	0,198
21	6,50	0,001901	0,004524	-346,80	-622,39	0,1076	122,91	0,225

### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-2,80	0,004524	0,002262	-468,31	-0,51	0,0000	0,00	0,000
2	-2,60	0,004524	0,002262	444,39	4,96	0,0000	0,00	0,000
3	-2,40	0,004524	0,002262	-468,31	-17,43	0,0000	0,00	0,000
4	-2,20	0,004524	0,002262	444,39	32,84	0,0000	0,00	0,000
5	-2,00	0,004524	0,002262	444,39	62,16	0,0000	0,00	0,000
6	-1,80	0,004524	0,002262	444,39	101,48	0,0000	0,00	0,000
7	-1,60	0,004524	0,002262	444,39	146,78	0,0000	0,00	0,000
8	-1,37	0,004524	0,002262	444,39	260,23	0,0000	0,00	0,000
9	-1,15	0,004524	0,002262	444,39	395,66	0,0000	0,00	0,000
10	0,00	0,004524	0,002262	-468,31	-446,75	0,0000	0,00	0,000
11	0,05	0,004524	0,002262	-468,31	-411,94	0,0000	0,00	0,000
12	0,25	0,004524	0,002262	-468,31	-324,52	0,0000	0,00	0,000
13	0,45	0,004524	0,002262	-468,31	-302,58	0,0000	0,00	0,000
14	0,65	0,004524	0,002262	-468,31	-263,98	0,0000	0,00	0,000
15	0,85	0,004524	0,002262	-468,31	-200,31	0,0000	0,00	0,000
16	1,06	0,004524	0,002262	-468,31	-131,35	0,0000	0,00	0,000
17	1,26	0,004524	0,002262	-468,31	-88,71	0,0000	0,00	0,000
18	1,47	0,004524	0,002262	-468,31	-56,74	0,0000	0,00	0,000
19	1,67	0,004524	0,002262	-468,31	-32,65	0,0000	0,00	0,000
20	1,88	0,004524	0,002262	-468,31	-16,95	0,0000	0,00	0,000
21	2,09	0,004524	0,002262	-468,31	-9,13	0,0000	0,00	0,000
22	2,29	0,004524	0,002262	-468,31	-7,51	0,0000	0,00	0,000
23	2,50	0,004524	0,002262	-468,31	-24,29	0,0000	0,00	0,000
24	2,70	0,004524	0,002262	-468,31	-47,58	0,0000	0,00	0,000
25	2,90	0,004524	0,002262	-468,31	-53,71	0,0000	0,00	0,000
26	3,10	0,004524	0,002262	-468,31	-47,17	0,0000	0,00	0,000
27	3,30	0,004524	0,002262	-468,31	-23,98	0,0000	0,00	0,000
28	3,50	0,004524	0,002262	-468,31	-5,75	0,0000	0,00	0,000
29	3,70	0,004524	0,002262	444,39	0,83	0,0000	0,00	0,000

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 223 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Analisi dei pali

#### Combinazione n° 13

##### Risultanti sulla base della fondazione (per metro lineare di muro)

Orizzontale	[kN]	269,069
Verticale	[kN]	1121,241
Momento	[kNm]	286,338

##### Spostamenti della piastra di fondazione

Orizzontale	[m]	0,0038252
Verticale	[m]	0,0007426
Rotazione	[°]	-0,00183

##### Scarichi in testa ai pali

Fila nr.	N.pali	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	1	802,41	215,26	384,09
2	1	896,99	215,26	384,09
3	1	991,57	215,26	384,09

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 224 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	30,0000	0,0000	20,0000
2	0,33	4,1128	4,1128	0,3185	37,1877	2,8487	24,5402
3	0,65	8,4833	8,4833	2,1632	45,8837	9,8420	30,4414
4	0,98	13,1114	13,1114	6,8859	56,2860	20,6368	47,4973
5	1,30	17,9971	17,9971	15,3233	68,5910	32,9241	65,5539
6	1,63	23,1404	23,1404	27,7834	82,9948	45,9230	84,3050
7	1,95	28,5413	28,5413	44,4863	99,6935	56,5423	103,7306
8	2,27	34,1999	34,1999	65,6220	130,6460	64,7925	123,8257
9	2,60	40,1161	40,1161	91,3661	173,6403	73,6592	144,5875
10	2,93	46,2899	46,2899	121,8869	223,3920	83,1424	166,0149
11	3,25	52,7214	52,7214	157,3483	280,1129	93,2420	188,1068
12	3,58	59,4104	59,4104	197,9108	344,0147	103,9581	210,8628
13	3,90	66,3571	66,3571	243,7168	415,3071	115,2907	234,2616
14	4,23	73,5614	73,5614	294,8357	494,1860	127,2398	258,2567
15	4,55	81,0234	81,0234	339,4382	580,8451	139,8053	282,8855
16	4,88	88,7429	88,7429	385,6179	675,4922	152,9873	308,1756
17	5,20	96,7201	96,7201	436,0540	778,3383	166,7858	334,1283
18	5,53	104,9549	104,9549	490,9426	889,5946	181,2008	360,7437
19	5,85	113,4474	113,4474	550,4800	1009,4722	196,2322	388,0218
20	6,17	122,1974	122,1974	614,8622	1138,1824	211,8801	415,9626
21	6,50	131,2051	131,2051	684,2768	1275,9281	228,0459	444,4719

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,33	4,1128	4,1128	0,4262	0,5213	3,1159	3,4924
3	0,65	8,4833	8,4833	2,0830	2,1870	7,4663	8,0791
4	0,98	13,1114	13,1114	5,1483	5,7083	11,9158	15,7079
5	1,30	17,9971	17,9971	9,5554	12,0483	16,8395	24,9985
6	1,63	23,1404	23,1404	15,5580	21,4363	22,2374	34,9218
7	1,95	28,5413	28,5413	23,3061	34,0471	28,1095	45,3496
8	2,27	34,1999	34,1999	32,9497	50,0323	34,4558	56,2369
9	2,60	40,1161	40,1161	44,6386	69,5332	41,2763	67,5612
10	2,93	46,2899	46,2899	58,5228	92,6851	48,5711	79,3095
11	3,25	52,7214	52,7214	74,7521	119,6204	56,3400	91,4744
12	3,58	59,4104	59,4104	93,4765	150,4694	64,5832	104,0510
13	3,90	66,3571	66,3571	114,8459	185,3612	73,3006	117,0362
14	4,23	73,5614	73,5614	139,0101	224,4231	82,4921	130,4172
15	4,55	81,0234	81,0234	166,1192	267,7581	92,1579	144,0310
16	4,88	88,7429	88,7429	196,3231	315,4202	102,2980	157,8297
17	5,20	96,7201	96,7201	229,7715	367,4949	112,9122	171,9902
18	5,53	104,9549	104,9549	266,6145	424,1043	124,0006	186,5497
19	5,85	113,4474	113,4474	307,0020	485,3742	135,5632	201,5088
20	6,17	122,1974	122,1974	351,0838	551,4301	147,6001	216,8673
21	6,50	131,2051	131,2051	399,0034	622,3922	160,0353	232,5611



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 225 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,001901	0,004524	0,00	0,00	11,04	202,69	--	--
2	0,33	1,00, 0,53	0,001901	0,004524	40,33	-364,65	9,81	209,75	--	--
3	0,65	1,00, 0,56	0,001901	0,004524	73,49	-397,47	8,66	216,68	--	--
4	0,98	1,00, 0,60	0,001901	0,004524	100,07	-429,59	7,63	223,51	--	--
5	1,30	1,00, 0,63	0,001901	0,004524	120,94	-460,93	6,72	230,23	--	--
6	1,63	1,00, 0,66	0,001901	0,004524	137,04	-491,51	5,92	236,87	--	--
7	1,95	1,00, 0,69	0,001901	0,004524	149,26	-521,37	5,23	243,42	--	--
8	2,27	1,00, 0,73	0,001901	0,004524	142,81	-545,55	4,18	249,91	--	--
9	2,60	1,00, 0,76	0,001901	0,004524	131,17	-567,75	3,27	256,33	--	--
10	2,93	1,00, 0,79	0,001901	0,004524	122,38	-590,62	2,64	262,70	--	--
11	3,25	1,00, 0,82	0,001901	0,004524	115,55	-613,94	2,19	269,02	--	--
12	3,58	1,00, 0,86	0,001901	0,004524	110,11	-637,58	1,85	275,29	--	--
13	3,90	1,00, 0,89	0,001901	0,004524	105,69	-661,47	1,59	283,34	--	--
14	4,23	1,00, 0,92	0,001901	0,004524	102,04	-685,53	1,39	292,19	--	--
15	4,55	1,00, 0,95	0,001901	0,004524	99,01	-709,76	1,22	301,04	--	--
16	4,88	1,00, 0,99	0,001901	0,004524	96,44	-734,10	1,09	309,89	--	--
17	5,20	1,00, 1,02	0,001901	0,004524	94,26	-758,53	0,97	318,75	--	--
18	5,53	1,00, 1,05	0,001901	0,004524	92,38	-783,05	0,88	327,61	--	--
19	5,85	1,00, 1,08	0,003801	0,004524	180,14	-1602,88	1,59	396,67	--	--
20	6,17	1,00, 1,12	0,001901	0,004524	89,35	-832,27	0,73	345,37	--	--
21	6,50	1,00, 1,15	0,001901	0,004524	88,12	-856,96	0,67	354,26	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	1,00, 0,50	0,001901	0,004524	0	0	0	0
2	0,33	1,00, 0,53	0,001901	0,004524	13	8	-21	-184
3	0,65	1,00, 0,56	0,001901	0,004524	45	18	536	-610
4	0,98	1,00, 0,60	0,001901	0,004524	108	33	2628	-1402
5	1,30	1,00, 0,63	0,001901	0,004524	208	49	6963	-2622
6	1,63	1,00, 0,66	0,001901	0,004524	339	65	13365	-4207
7	1,95	1,00, 0,69	0,001901	0,004524	495	80	21644	-6113
8	2,27	1,00, 0,73	0,001901	0,004524	673	95	31639	-8302
9	2,60	1,00, 0,76	0,001901	0,004524	870	109	43209	-10741
10	2,93	1,00, 0,79	0,001901	0,004524	1084	122	56238	-13400
11	3,25	1,00, 0,82	0,001901	0,004524	1311	135	70626	-16256
12	3,58	1,00, 0,86	0,001901	0,004524	1551	148	86288	-19289
13	3,90	1,00, 0,89	0,001901	0,004524	1802	160	103150	-22481
14	4,23	1,00, 0,92	0,001901	0,004524	2062	172	121152	-25818
15	4,55	1,00, 0,95	0,001901	0,004524	2332	183	140224	-29285
16	4,88	1,00, 0,99	0,001901	0,004524	2608	194	160279	-32865
17	5,20	1,00, 1,02	0,001901	0,004524	2890	205	181259	-36544
18	5,53	1,00, 1,05	0,001901	0,004524	3179	215	203133	-40317



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 226 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

19	5,85	1,00, 1,08	0,003801	0,004524	2776	225	116015	-37153
20	6,17	1,00, 1,12	0,001901	0,004524	3771	235	249470	-48120
21	6,50	1,00, 1,15	0,001901	0,004524	4075	245	273887	-52140

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 227 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1660,72	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	92,02	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	31,04	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	13,46	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	7,15	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	4,39	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	3,04	443,84	--	--
8	1,42	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1,74	443,84	--	--
9	1,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1,15	443,84	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
10	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	2	7	118	97
11	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	25	17	1808	659
12	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	76	49	5191	3284
13	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	163	88	11971	4628
14	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	309	181	22656	-3983
15	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	504	278	36988	-6503
16	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	729	371	53501	-9406
17	1,42	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1292	362	94854	-16676
18	1,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1964	351	144216	-25354

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	1097,03	1000,00	443,84	--	--
2	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	328,22	443,84	--	--
3	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	77,55	443,84	--	--
4	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	38,26	443,84	--	--
5	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	23,05	443,84	--	--
6	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	14,10	443,84	--	--
7	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	9,53	443,84	--	--
8	1,41	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	6,79	443,84	--	--
9	1,61	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	5,11	443,84	--	--
10	1,82	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	4,06	443,84	--	--

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 228 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

11	2,03	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	3,33	443,84	--	--
12	2,23	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,79	443,84	--	--
13	2,44	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,38	443,84	--	--
14	2,64	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	2,06	443,84	--	--
15	2,85	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,78	443,84	--	--
16	3,05	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,59	443,84	--	--
17	3,25	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,45	443,84	--	--
18	3,45	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,35	443,84	--	--
19	3,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,23	443,84	--	--
20	3,70	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	0,00	-2161,26	1,20	443,84	--	--

### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
21	0,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	4	0	303	-53
22	0,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	25	0	-343	1083
23	0,40	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	105	0	-1429	4518
24	0,60	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	206	0	-2812	8888
25	0,80	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	235	18	-3202	10120
26	1,00	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	208	47	-2836	8964
27	1,20	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	106	82	-1448	4576
28	1,41	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	36	46	2623	1414
29	1,61	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	68	22	4970	1719
30	1,82	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	74	2	4110	3195
31	2,03	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	143	0	-1946	6151
32	2,23	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	248	0	-3383	10690
33	2,44	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	388	0	-5289	16715
34	2,64	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	575	0	-7831	24749
35	2,85	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	876	0	-11942	37741
36	3,05	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1155	0	-15738	49738
37	3,25	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1324	0	-18039	57010
38	3,45	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1420	53	-19347	61145
39	3,65	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1802	177	-24558	77615
40	3,70	1,00, 1,30	0,004524	0,002262	1954	186	-26634	84174

### Inviluppo armature e tensioni piastre

X	ascissa sezione espressa in [m]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione

### Piastra fondazione monte

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS
1	-1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	97,06
2	-0,93	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	21,51
3	-0,67	0,000466	0,000466	0,00	228,15	9,29
4	-0,40	0,000466	0,000466	0,00	228,15	4,26
5	-0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,84
6	0,00	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,59
7	0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,84
8	0,40	0,000466	0,000466	0,00	228,15	4,26
9	0,67	0,000466	0,000466	0,00	228,15	9,29
10	0,93	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	21,51



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 229 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

11 1,20 0,000466 0,000466 0,00 228,15 97,06

### Piastra fondazione valle

Nr.	X	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS
1	-1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	123,52
2	-0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	9,35
3	-0,67	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	6,90
4	-0,40	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,45
5	-0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	1,49
6	0,00	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	1,33
7	0,20	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	1,49
8	0,40	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	2,45
9	0,67	0,000466	0,000466	0,00	-228,15	6,90
10	0,93	0,000466	0,000466	0,00	228,15	9,35
11	1,20	0,000466	0,000466	0,00	228,15	123,52

### Inviluppo sollecitazioni nei pali e verifiche delle sezioni

Nr.	numero d'ordine della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione
Y	ordinata della sezione a partire dall'attacco palo-fondazione positiva verso il basso (in [m])
M	momento flettente espresso in [kNm]
N	sforzo normale espresso in [kN]
T	taglio espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
T <sub>u</sub>	taglio ultimo espresso in [kN]
CS	coefficiente di sicurezza

### Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 1

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	305,6500	1026,6579	171,8306	613,2882	-580,4362	802,4130
2	0,35	248,4527	815,5352	146,8028	573,2614	-572,6752	806,0614
3	0,70	197,0717	614,8937	130,6340	533,0721	-564,3873	809,6082
4	1,05	151,3498	428,3185	115,1113	482,1836	-555,5725	813,0534
5	1,40	111,0609	259,5542	100,3863	420,1392	-546,2308	816,3970
6	1,75	75,9257	121,5002	86,5702	352,5682	-536,3622	819,6390
7	2,10	-10,8933	67,5111	73,7394	290,9548	-525,9667	822,7794
8	2,45	-112,7275	25,1568	61,9399	235,2920	-515,0443	825,8182
9	2,80	-195,0797	-1,6147	51,1923	185,4707	-503,5950	828,7554
10	3,15	-259,9945	-19,7790	41,4951	141,2999	-491,6188	831,5910
11	3,50	-309,4494	-34,3023	32,8295	102,5235	-479,1156	834,3250
12	3,85	-345,3327	-45,7926	25,1616	68,8360	-466,0856	836,9573
13	4,20	-369,4252	-54,5991	18,4464	39,8959	-452,5287	839,4881
14	4,55	-383,3888	-61,0554	12,6301	19,3963	-438,4449	841,9173
15	4,90	-388,7569	-65,4759	-5,2192	11,1918	-423,8342	844,2448
16	5,25	-386,9302	-68,1542	-22,1594	4,3779	-408,6966	846,4708
17	5,60	-379,1744	-69,3610	-35,8672	0,0536	-393,0321	848,5951
18	5,95	-366,6209	-69,3433	-46,7188	-2,9113	-376,8407	850,6179
19	6,30	-350,2693	-68,3244	-55,0782	-5,2038	-360,1224	852,5390
20	6,65	-330,9919	-66,5030	-61,2933	-6,9957	-342,8771	854,3586
21	7,00	-309,5393	-64,0546	-65,6929	-8,3529	-325,1050	856,0765
22	7,35	-286,5467	-61,1310	-75,8141	-11,8047	-296,7421	855,7522
23	7,70	-260,0118	-56,9994	-81,6530	-14,1702	-267,7720	855,3107
24	8,05	-231,4333	-52,0398	-84,1137	-15,6472	-238,1946	854,7522
25	8,40	-201,9935	-46,5633	-84,0013	-16,4167	-208,0100	854,0766
26	8,75	-172,5930	-40,8174	-82,0189	-16,6405	-177,2182	853,2839
27	9,10	-143,8864	-34,9933	-78,7677	-16,4606	-145,8191	852,3741
28	9,45	-116,3177	-29,2320	-74,7492	-15,9990	-113,8128	851,3472
29	9,80	-90,1555	-23,6324	-70,3692	-15,3575	-81,1993	850,2032
30	10,15	-65,5263	-18,2572	-57,7210	-13,2459	-51,4977	849,6207



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 230 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

31	10,50	-45,3239	-13,6212	-45,5980	-11,0384	-42,8470	849,7781
32	10,85	-29,3646	-9,7578	-34,4581	-8,8718	-38,1664	849,7513
33	11,20	-17,3043	-6,6526	-24,5996	-6,8444	-33,4703	849,5404
34	11,55	-8,6944	-4,2571	-16,2006	-5,0236	-28,7585	849,1454
35	11,90	-3,8371	-2,4988	-9,3522	-3,4527	-24,0312	848,5663
36	12,25	-1,9116	0,2491	-4,1072	-2,1575	-19,2883	847,8030
37	12,60	-0,7322	1,6801	-1,7303	-0,4104	-14,5298	846,8556
38	12,95	-0,1692	1,8237	-0,5908	1,6972	-9,7558	845,7240
39	13,30	0,0220	1,2297	-0,0395	2,2508	-4,9661	844,4083
40	13,65	0,0315	0,4419	0,0899	1,2626	-0,1609	842,9085
41	14,00	0,0000	0,0000	0,0899	1,2626	4,6599	841,2245

### Inviluppo verifiche fila di pali nr. 1

Nr.	Y	Ar	Mu	Nu	Tu	CS
1	0,00	0,010857	1057,12	-227,08	835,27	1,09
2	0,35	0,010857	1019,84	-275,09	835,27	1,34
3	0,70	0,010857	966,28	-347,59	835,27	1,68
4	1,05	0,010857	885,14	-465,81	835,27	2,21
5	1,40	0,010857	753,17	-682,30	835,27	3,07
6	1,75	0,010857	516,20	-1167,75	835,27	4,63
7	2,10	0,010857	9,56	-3161,85	835,27	8,01
8	2,45	0,010857	346,22	-1590,90	835,27	5,08
9	2,80	0,010857	24,16	-961,43	835,27	3,92
10	3,15	0,010857	336,07	-717,85	835,27	3,33
11	3,50	0,010857	579,65	-591,23	835,27	3,00
12	3,85	0,010857	736,38	-515,65	835,27	2,80
13	4,20	0,010857	839,20	-467,08	835,27	2,69
14	4,55	0,010857	905,89	-434,68	835,27	2,64
15	4,90	0,010857	917,98	-412,88	835,27	2,63
16	5,25	0,010857	925,91	-398,51	835,27	2,66
17	5,60	0,010857	930,67	-389,69	835,27	2,72
18	5,95	0,010857	932,93	-385,22	835,27	2,82
19	6,30	0,004580	419,99	-175,48	493,50	1,33
20	6,65	0,004580	419,28	-176,48	493,50	1,40
21	7,00	0,004580	417,86	-178,77	493,50	1,49
22	7,35	0,004580	419,59	-181,96	493,50	1,62
23	7,70	0,004580	420,35	-188,08	493,50	1,78
24	8,05	0,004580	420,54	-197,14	493,50	2,00
25	8,40	0,004580	420,60	-209,45	493,50	2,29
26	8,75	0,004580	421,06	-225,65	493,50	2,68
27	9,10	0,004580	422,67	-246,92	493,50	3,22
28	9,45	0,004580	382,49	-275,37	493,50	3,97
29	9,80	0,004580	310,62	-314,99	493,50	5,13
30	10,15	0,004580	240,87	-349,19	493,50	7,04
31	10,50	0,004580	180,12	-293,69	493,50	10,21
32	10,85	0,004580	129,28	25,23	493,50	10,93
33	11,20	0,004580	88,28	-18,60	493,50	10,96
34	11,55	0,004580	56,56	-927,72	493,50	10,98
35	11,90	0,004580	33,23	-1231,05	493,50	11,01
36	12,25	0,004580	1,39	-1663,08	493,50	11,03
37	12,60	0,004580	7,13	-1485,30	493,50	11,04
38	12,95	0,004580	1,10	-1273,10	493,50	11,06
39	13,30	0,004580	0,26	-1137,19	493,50	11,08
40	13,65	0,004580	0,42	-235,09	493,50	11,10
41	14,00	0,004580	0,00	9357,38	493,50	11,12

### Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 2

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
-----	---	------	------	------	------	------	------



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 231 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

1	0,00	305,6500	1026,6579	171,8306	613,2882	718,3608	977,8393	
2	0,35	248,4527	815,5352	146,8028	573,2614	721,6413	980,8190	
3	0,70	197,0717	614,8937	130,6340	533,0721	724,7639	983,5948	
4	1,05	151,3498	428,3185	115,1113	482,1836	727,7287	986,1669	
5	1,40	111,0609	259,5542	100,3863	420,1392	730,5357	988,5351	
6	1,75	75,9257	121,5002	86,5702	352,5682	733,1848	990,6995	
7	2,10	-10,8933	67,5111	73,7394	290,9548	735,6761	992,6601	
8	2,45	-112,7275	25,1568	61,9399	235,2920	738,0095	994,4170	
9	2,80	-195,0797	-1,6147	51,1923	185,4707	740,1851	995,9700	
10	3,15	-259,9945	-19,7790	41,4951	141,2999	742,2029	997,3192	
11	3,50	-309,4494	-34,3023	32,8295	102,5235	744,0629	998,4646	
12	3,85	-345,3327	-45,7926	25,1616	68,8360	745,7650	999,4062	
13	4,20	-369,4252	-54,5991	18,4464	39,8959	747,3092	1000,1439	
14	4,55	-383,3888	-61,0554	12,6301	19,3963	748,6957	1000,6779	
15	4,90	-388,7569	-65,4759	-5,2192	11,1918	749,9243	1001,0081	
16	5,25	-386,9302	-68,1542	-22,1594	4,3779	750,9950	1001,1344	
17	5,60	-379,1744	-69,3610	-35,8672	0,0536	751,9079	1001,0570	
18	5,95	-366,6209	-69,3433	-46,7188	-2,9113	752,6630	1000,7757	
19	6,30	-350,2693	-68,3244	-55,0782	-5,2038	753,2603	1000,2907	
20	6,65	-330,9919	-66,5030	-61,2933	-6,9957	753,6997	999,6018	
21	7,00	-309,5393	-64,0546	-65,6929	-8,3529	753,9813	998,7091	
22	7,35	-286,5467	-61,1310	-75,8141	-11,8047	751,0903	993,7199	
23	7,70	-260,0118	-56,9994	-81,6530	-14,1702	748,0175	988,4958	
24	8,05	-231,4333	-52,0398	-84,1137	-15,6472	744,7627	983,0368	
25	8,40	-201,9935	-46,5633	-84,0013	-16,4167	741,3260	977,3429	
26	8,75	-172,5930	-40,8174	-82,0189	-16,6405	737,7075	971,4141	
27	9,10	-143,8864	-34,9933	-78,7677	-16,4606	733,9070	965,2505	
28	9,45	-116,3177	-29,2320	-74,7492	-15,9990	729,9247	958,8520	
29	9,80	-90,1555	-23,6324	-70,3692	-15,3575	725,7604	952,2186	
30	10,15	-65,5263	-18,2572	-57,7210	-13,2459	722,4685	946,7116	
31	10,50	-45,3239	-13,6212	-45,5980	-11,0384	720,3258	942,6886	
32	10,85	-29,3646	-9,7578	-34,4581	-8,8718	717,8971	938,2963	
33	11,20	-17,3043	-6,6526	-24,5996	-6,8444	715,1824	935,3021	
34	11,55	-8,6944	-4,2571	-16,2006	-5,0236	712,1816	934,4504	
35	11,90	-3,8371	-2,4988	-9,3522	-3,4527	708,8948	933,3966	
36	12,25	-1,9116	0,2491	-4,1072	-2,1575	705,3220	932,1408	
37	12,60	-0,7322	1,6801	-1,7303	-0,4104	701,4631	930,6831	
38	12,95	-0,1692	1,8237	-0,5908	1,6972	697,3182	929,0233	
39	13,30	0,0220	1,2297	-0,0395	2,2508	692,8872	927,1616	
40	13,65	0,0315	0,4419	0,0899	1,2626	688,1702	925,0978	
41	14,00	0,0000	0,0000	0,0899	1,2626	683,1671	922,8321	

### Inviluppo verifiche fila di pali nr. 2

Nr.	Y	A <sub>f</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	0,010681	1415,42	1058,94	671,71	1,41
2	0,35	0,010681	1460,69	1383,08	671,71	1,84
3	0,70	0,010681	1526,03	1924,96	671,71	2,55
4	1,05	0,010681	1415,63	2916,13	671,71	3,81
5	1,40	0,010681	1231,68	4833,87	671,71	6,02
6	1,75	0,010681	983,39	8002,06	671,71	9,23
7	2,10	0,010681	19,01	10824,06	671,71	10,91
8	2,45	0,010681	255,82	8862,14	671,71	9,65
9	2,80	0,010681	21,51	6435,33	671,71	7,28
10	3,15	0,010681	299,82	5190,77	671,71	6,00
11	3,50	0,010681	514,09	4430,42	671,71	5,23
12	3,85	0,010681	666,16	3968,30	671,71	4,74
13	4,20	0,010681	762,20	3700,00	671,71	4,44
14	4,55	0,010681	826,75	3556,36	671,71	4,28
15	4,90	0,010681	867,97	3503,91	671,71	4,22
16	5,25	0,010681	891,01	3520,84	671,71	4,24

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 232 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

17	5,60	0,010681	900,18	3596,16	671,71	4,32		
18	5,95	0,010681	898,25	3725,18	671,71	4,47		
19	6,30	0,010681	887,29	3901,77	671,71	4,67		
20	6,65	0,010681	868,89	4128,15	671,71	4,92		
21	7,00	0,010681	844,03	4402,86	671,71	5,22		
22	7,35	0,010681	815,52	4708,57	671,71	5,58		
23	7,70	0,010681	773,93	5100,04	671,71	6,01		
24	8,05	0,010681	721,72	5563,40	671,71	6,53		
25	8,40	0,010681	661,31	6103,79	671,71	7,16		
26	8,75	0,010681	591,78	6747,26	671,71	7,91		
27	9,10	0,010681	509,94	7501,74	671,71	8,76		
28	9,45	0,010681	428,22	8352,55	671,71	9,71		
29	9,80	0,010681	348,02	9289,49	671,71	10,74		
30	10,15	0,010681	270,07	10293,06	671,71	11,81		
31	10,50	0,010681	202,10	11199,25	671,71	12,28		
32	10,85	0,010681	145,16	11474,16	671,71	12,39		
33	11,20	0,010681	99,20	11581,40	671,71	12,49		
34	11,55	0,010681	63,60	11659,91	671,71	12,52		
35	11,90	0,010681	37,39	11709,58	671,71	12,56		
36	12,25	0,010681	0,29	11729,21	671,71	12,59		
37	12,60	0,010681	8,03	11730,26	671,71	12,61		
38	12,95	0,010681	0,92	11728,12	671,71	12,64		
39	13,30	0,010681	0,30	11733,13	671,71	12,67		
40	13,65	0,010681	0,47	11740,26	671,71	12,69		
41	14,00	0,010681	0,00	11744,38	671,71	12,73		

### Inviluppo sollecitazioni fila di pali nr. 3

Nr.	Y	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax	Nmin	Nmax
1	0,00	305,6500	1026,6579	171,8306	613,2882	819,9632	2244,8334
2	0,35	248,4527	815,5352	146,8028	573,2614	823,5997	2246,3443
3	0,70	197,0717	614,8937	130,6340	533,0721	827,1327	2247,4268
4	1,05	151,3498	428,3185	115,1113	482,1836	830,5623	2248,0812
5	1,40	111,0609	259,5542	100,3863	420,1392	833,8884	2248,3072
6	1,75	75,9257	121,5002	86,5702	352,5682	837,1111	2248,1049
7	2,10	-10,8933	67,5111	73,7394	290,9548	840,2304	2247,4744
8	2,45	-112,7275	25,1568	61,9399	235,2920	843,2462	2246,4156
9	2,80	-195,0797	-1,6147	51,1923	185,4707	846,1587	2244,9286
10	3,15	-259,9945	-19,7790	41,4951	141,2999	848,9676	2243,0132
11	3,50	-309,4494	-34,3023	32,8295	102,5235	851,6732	2240,6696
12	3,85	-345,3327	-45,7926	25,1616	68,8360	854,2753	2237,8977
13	4,20	-369,4252	-54,5991	18,4464	39,8959	856,7740	2234,6975
14	4,55	-383,3888	-61,0554	12,6301	19,3963	859,1692	2231,0690
15	4,90	-388,7569	-65,4759	-5,2192	11,1918	861,4610	2227,0123
16	5,25	-386,9302	-68,1542	-22,1594	4,3779	863,6494	2222,5273
17	5,60	-379,1744	-69,3610	-35,8672	0,0536	865,7344	2217,6140
18	5,95	-366,6209	-69,3433	-46,7188	-2,9113	867,7159	2212,2724
19	6,30	-350,2693	-68,3244	-55,0782	-5,2038	869,5940	2206,5026
20	6,65	-330,9919	-66,5030	-61,2933	-6,9957	871,3686	2200,3045
21	7,00	-309,5393	-64,0546	-65,6929	-8,3529	873,0398	2193,6781
22	7,35	-286,5467	-61,1310	-75,8141	-11,8047	872,6320	2178,4433
23	7,70	-260,0118	-56,9994	-81,6530	-14,1702	872,1050	2162,7149
24	8,05	-231,4333	-52,0398	-84,1137	-15,6472	871,4588	2146,4929
25	8,40	-201,9935	-46,5633	-84,0013	-16,4167	870,6934	2129,7774
26	8,75	-172,5930	-40,8174	-82,0189	-16,6405	869,8087	2112,5683
27	9,10	-143,8864	-34,9933	-78,7677	-16,4606	868,8049	2094,8656
28	9,45	-116,3177	-29,2320	-74,7492	-15,9990	867,6819	2076,6694
29	9,80	-90,1555	-23,6324	-70,3692	-15,3575	866,4396	2057,9796
30	10,15	-65,5263	-18,2572	-57,7210	-13,2459	865,7690	2041,6567
31	10,50	-45,3239	-13,6212	-45,5980	-11,0384	865,8516	2028,4523
32	10,85	-29,3646	-9,7578	-34,4581	-8,8718	865,7467	2014,4718





## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 233 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

33	11,20	-17,3043	-6,6526	-24,5996	-6,8444	865,4544	1999,7152
34	11,55	-8,6944	-4,2571	-16,2006	-5,0236	864,9746	1984,1824
35	11,90	-3,8371	-2,4988	-9,3522	-3,4527	864,3074	1967,8735
36	12,25	-1,9116	0,2491	-4,1072	-2,1575	863,4527	1950,7884
37	12,60	-0,7322	1,6801	-1,7303	-0,4104	862,4106	1932,9272
38	12,95	-0,1692	1,8237	-0,5908	1,6972	861,1810	1914,2898
39	13,30	0,0220	1,2297	-0,0395	2,2508	859,7640	1894,8763
40	13,65	0,0315	0,4419	0,0899	1,2626	858,1595	1874,6866
41	14,00	0,0000	0,0000	0,0899	1,2626	856,3676	1853,7208

### Involuppo verifiche fila di pali nr. 3

Nr.	Y	A <sub>r</sub>	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	T <sub>u</sub>	CS
1	0,00	0,010681	1629,92	3424,13	877,34	1,59
2	0,35	0,010681	1596,59	4337,14	877,34	2,00
3	0,70	0,010681	1493,81	5533,38	877,34	2,53
4	1,05	0,010681	1352,04	6937,82	877,34	3,22
5	1,40	0,010681	1066,14	8300,56	877,34	4,11
6	1,75	0,010681	570,04	9779,41	877,34	5,07
7	2,10	0,010681	6,92	11240,61	877,34	5,21
8	2,45	0,010681	185,31	11389,78	877,34	5,07
9	2,80	0,010681	19,47	10169,78	877,34	4,53
10	3,15	0,010681	269,72	9220,59	877,34	4,11
11	3,50	0,010681	461,49	8559,66	877,34	3,82
12	3,85	0,010681	609,28	8114,94	877,34	3,63
13	4,20	0,010681	700,13	7831,02	877,34	3,50
14	4,55	0,010681	761,79	7669,28	877,34	3,44
15	4,90	0,010681	801,51	7603,76	877,34	3,41
16	5,25	0,010681	824,11	7614,98	877,34	3,43
17	5,60	0,010681	833,34	7690,15	877,34	3,47
18	5,95	0,010681	831,79	7818,36	877,34	3,54
19	6,30	0,010681	821,46	7993,21	877,34	3,63
20	6,65	0,010681	803,97	8208,38	877,34	3,74
21	7,00	0,010681	780,56	8460,97	877,34	3,86
22	7,35	0,010681	753,48	8732,30	877,34	4,02
23	7,70	0,010681	714,11	9067,82	877,34	4,20
24	8,05	0,010681	664,96	9454,75	877,34	4,42
25	8,40	0,010681	607,90	9879,00	877,34	4,65
26	8,75	0,010681	535,54	10323,23	877,34	4,90
27	9,10	0,010681	461,50	10780,83	877,34	5,16
28	9,45	0,010681	387,57	11252,57	877,34	5,43
29	9,80	0,010681	315,00	11429,66	877,34	5,56
30	10,15	0,010681	244,47	11511,44	877,34	5,64
31	10,50	0,010681	182,97	11580,57	877,34	5,71
32	10,85	0,010681	131,45	11636,35	877,34	5,78
33	11,20	0,010681	89,85	11674,99	877,34	5,84
34	11,55	0,010681	51,32	11700,21	877,34	5,90
35	11,90	0,010681	18,03	11718,78	877,34	5,96
36	12,25	0,010681	0,12	11731,52	877,34	6,02
37	12,60	0,010681	5,73	11738,05	877,34	6,07
38	12,95	0,010681	0,69	11737,44	877,34	6,13
39	13,30	0,010681	0,27	11739,66	877,34	6,20
40	13,65	0,010681	0,43	11742,66	877,34	6,26
41	14,00	0,010681	0,00	11744,38	877,34	6,34



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 234 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

# ALLEGATO 4

## **TABULATI DI CALCOLO MAX 10 – Muro Sottoscarpa Tipo 1**

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 235 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Normativa

#### N.T.C. 2008 - Approccio 1

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_{\gamma}$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	1,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,35	1,15	1,35	1,00

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

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

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,00

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

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

#### FONDAZIONE SUPERFICIALE

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

###### Verifica

	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 236 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Stabilità globale

1,10



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 237 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	3,00 [m]
Spessore in sommità	0,50 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,80 [m]
Inclinazione paramento esterno	5,70 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	2,40 [m]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	2,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,80 [m]
Lunghezza totale fondazione	3,60 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,80 [m]
Spessore magrone	0,15 [m]
Altezza dello sperone di fondazione	1,20 [m]
Spessore dello sperone di fondazione	0,50 [m]



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 238 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	24,517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	30000 [kPa]
Modulo elastico E	31447048 [kPa]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	10,00	4,50	24,23
2	17,20	4,50	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	0,90	[m]

### Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 0,00 [m]

### Descrizione terreni

#### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Rilevato	20,00	20,00	35,00	23,30	0,0	0,0
Ag	17,00	17,00	40,00	26,70	2,0	2,0
Ala	19,00	19,00	25,00	25,00	2,0	2,0
Salt	20,00	20,50	27,00	27,00	20,0	20,0
Sch	23,00	23,50	27,00	27,00	55,0	55,0



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 239 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Ecla	19,50	19,50	26,00	26,00	10,0	5,0
Pa	23,00	23,00	33,00	33,00	130,0	0,0

### Stratigrafia

#### Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato 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.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	3,80	0,00	0,01	0,43	Rilevato
2	5,00	0,00	5,57	0,50	Ecla



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 240 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Condizioni di carico

#### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$  Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

$M$  Momento espresso in [kNm]

$X_i$  Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

$X_f$  Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m]

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

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

#### Condizione n° 1 (Carico stradale)

D	Profilo	$X_i=10,50$	$X_f=17,00$	$Q_i=60,0000$	$Q_f=20,0000$
D	Profilo	$X_i=10,50$	$X_f=13,00$	$Q_i=9,0000$	$Q_f=9,0000$
D	Profilo	$X_i=13,00$	$X_f=17,00$	$Q_i=2,5000$	$Q_f=2,5000$

#### Condizione n° 2 (Urto veicoli)

C	Paramento	$X=-0,25$	$Y=0,00$	$F_x=20,0000$	$F_y=0,0000$	$M=30,0000$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 241 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Descrizione combinazioni di carico

#### Simbologia adottata

$F/S$	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Carico stradale	SFAV	1.35	1.00	1.35

#### Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.15	1.00	1.15

#### Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1.00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1.00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1.00	1,10
Carico stradale	SFAV	1.35	1.00	1.35

#### Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.15	1.00	1.15

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR)

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

#### Combinazione n° 6 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

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

#### Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

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

#### Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

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

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 242 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Carico stradale	SFAV	1.00	0.20	0.20
<u>Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.00	0.20	0.20
<u>Combinazione n° 10 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.00	0.20	0.20
<u>Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.00	0.20	0.20
<u>Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.00	0.20	0.20
<u>Combinazione n° 13 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.00	0.20	0.20
<u>Combinazione n° 14 - Quasi Permanente (SLE)</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
<u>Combinazione n° 15 - Frequente (SLE)</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.00	0.75	0.75
<u>Combinazione n° 16 - Rara (SLE)</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.00	1.00	1.00

Impostazioni di analisi

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 243 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Metodo verifica sezioni

Stato limite

### Impostazioni verifiche SLU

#### Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

### Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

#### Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Valori limite delle aperture delle fessure

Poco sensibile

$$w_1 = 0.20$$

$$w_2 = 0.30$$

$$w_3 = 0.40$$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

#### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.70 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

### Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

### Impostazioni avanzate

Terreno a monte a elevata permeabilità

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 244 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>SCO</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>RIB</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>STAB</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>SCO</sub></b>	<b>CS<sub>RIB</sub></b>	<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	<b>CS<sub>STAB</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	3,56	--	8,51	--
2	A2-M2 - [1]	--	2,51	--	4,92	--
3	EQU - [1]	--	--	4,15	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1,55
5	A1-M1 - [2]	--	2,79	--	8,09	--
6	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2,77	--	7,56	--
7	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2,80	--	8,11	--
8	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1,58	--	4,07	--
9	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1,61	--	4,39	--
10	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3,24	--	--
11	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,93	--	--
12	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,31
13	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,31
14	SLEQ - [1]	--	4,56	--	9,51	--
15	SLEF - [1]	--	4,56	--	9,51	--
16	SLER - [1]	--	4,56	--	9,51	--

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 245 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (esprese in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

#### Tipo di analisi

Calcolo della spinta  
 Calcolo del carico limite  
 Calcolo della stabilità globale  
 Calcolo della spinta in condizioni di

metodo di Culmann  
 metodo di Meyerhof  
 metodo di Fellenius  
 Spinta attiva

#### Sisma

##### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	2.02 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.39
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.31
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 8.86$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 4.43$

##### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.00 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)  
 Lunghezza del muro

50,0  
 2,40 [m]

Peso muro  
 Baricentro del muro

133,0958 [kN]  
 X=-0,68 Y=-2,87

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 0,80	Y = -3,80
Punto superiore superficie di spinta	X = 0,80	Y = 0,36
Altezza della superficie di spinta	4,16	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00	[°]

#### **COMBINAZIONE n° 1**

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	79,6727	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	73,1751	[kN]
Componente verticale della spinta statica	31,5142	[kN]

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	246 di 371

Punto d'applicazione della spinta	X = 0,80 [m]	[m]	Y = -2,41
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,88	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,80 [m]	[m]	Y = -3,80
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	50,8800	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,41 [m]	[m]	Y = -1,41

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	73,1751	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	215,4900	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-36,0823	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-166,6138	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	215,4900	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	73,1751	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,32	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]
Risultante in fondazione	227,5753	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,76	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-69,7747	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1833,7560	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	27,55	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	92,18	[kPa]

### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 22.25$	$N_q = 11.85$	$N_\gamma = 8.00$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,63$	$i_q = 0,63$	$i_\gamma = 0,08$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,23$	$d_q = 1,12$	$d_\gamma = 1,12$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.21$	$N'_q = 8.30$	$N'_\gamma = 0.69$

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.56
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.51

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 247 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	-0,0022	0,0952
3	0,30	3,7873	0,0099	0,3809
4	0,45	5,7633	0,0645	0,8569
5	0,60	7,7941	0,1898	1,5234
6	0,75	9,8799	0,4138	2,3804
7	0,90	12,0205	0,7648	3,4277
8	1,05	14,2160	1,2709	4,6655
9	1,20	16,4663	1,9603	6,0938
10	1,35	18,7716	2,8610	7,7124
11	1,50	21,1317	4,0013	9,5215
12	1,65	23,5467	5,4093	11,5210
13	1,80	26,0166	7,1131	13,7110
14	1,95	28,5413	9,1410	16,0914
15	2,10	31,1210	11,5210	18,6622
16	2,25	33,7555	14,2813	21,4234
17	2,40	36,4449	17,4500	24,3751
18	2,55	39,1891	21,0554	27,5172
19	2,70	41,9883	25,1255	30,8497
20	2,85	44,8423	29,6885	34,3727
21	3,00	47,7512	34,7714	38,0556

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	0,1828	1,9473
3	0,40	0,8268	4,6127
4	0,60	2,0757	7,9963
5	0,80	4,0732	12,0982
6	1,00	6,9629	16,9181
7	1,20	10,8883	22,4563
8	1,40	15,9933	28,7127
9	1,60	22,4213	35,6872
10	1,80	30,3160	43,3799
11	2,00	39,8211	51,7908

### Sollecitazioni fondazione di monte

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 248 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,08	-0,0479	-1,2034
3	0,16	-0,1936	-2,4469
4	0,24	-0,4404	-3,7304
5	0,32	-0,7916	-5,0539
6	0,40	-1,2501	-6,4175
7	0,48	-1,8194	-7,8211
8	0,56	-2,5026	-9,2647
9	0,64	-3,3028	-10,7483
10	0,72	-4,2234	-12,2720
11	0,80	-5,2674	-13,8357

### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	88,2447	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	83,4317	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	28,7451	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,80	[m]	Y	=	-2,45
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	38,32	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,80	[m]	Y	=	-3,80
	[m]				
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	50,8800	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,41	[m]	Y	=	-1,41
	[m]				

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	83,4317	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	212,7209	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-30,1804	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-136,2329	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	212,7209	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	83,4317	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,25	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]
Risultante in fondazione	228,4973	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21,42	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-53,5316	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1046,9752	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	34,31	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	83,89	[kPa]

### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 16.14$	$N_q = 7.30$	$N_\gamma = 3.61$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,58$	$i_q = 0,58$	$i_\gamma = 0,00$





## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 249 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Fattori profondità

$$d_c = 1,21$$

$$d_q = 1,11$$

$$d_\gamma = 1,11$$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 11.38$$

$$N'_q = 4.69$$

$$N'_\gamma = 0.00$$

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

2.51

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

4.92

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 250 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 2

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	-0,0017	0,1053
3	0,30	3,7873	0,0139	0,4211
4	0,45	5,7633	0,0781	0,9475
5	0,60	7,7941	0,2220	1,6845
6	0,75	9,8799	0,4767	2,6320
7	0,90	12,0205	0,8735	3,7901
8	1,05	14,2160	1,4435	5,1587
9	1,20	16,4663	2,2179	6,7379
10	1,35	18,7716	3,2279	8,5276
11	1,50	21,1317	4,5045	10,5279
12	1,65	23,5467	6,0791	12,7388
13	1,80	26,0166	7,9827	15,1602
14	1,95	28,5413	10,2465	17,7922
15	2,10	31,1210	12,9018	20,6348
16	2,25	33,7555	15,9796	23,6879
17	2,40	36,4449	19,5112	26,9515
18	2,55	39,1891	23,5276	30,4257
19	2,70	41,9883	28,0602	34,1105
20	2,85	44,8423	33,1400	38,0059
21	3,00	47,7512	38,7969	42,0781

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 2

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	0,3122	3,2143
3	0,40	1,3224	6,9795
4	0,60	3,1408	11,2958
5	0,80	5,8775	16,1630
6	1,00	9,6427	21,5813
7	1,20	14,5467	27,5505
8	1,40	20,6997	34,0707
9	1,60	28,2118	41,1420
10	1,80	37,1932	48,7642
11	2,00	47,7542	56,9374

### Sollecitazioni fondazione di monte

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 251 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione n° 2

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,08	-0,0098	-0,2492
3	0,16	-0,0407	-0,5290
4	0,24	-0,0952	-0,8394
5	0,32	-0,1758	-1,1803
6	0,40	-0,2849	-1,5518
7	0,48	-0,4249	-1,9538
8	0,56	-0,5983	-2,3864
9	0,64	-0,8075	-2,8495
10	0,72	-1,0550	-3,3432
11	0,80	-1,3433	-3,8675

### COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	97,8168	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	92,4817	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	31,8631	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,80	[m]	Y	=	-2,46
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	38,19	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,80	[m]	Y	=	-3,80
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	45,7920	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,41	[m]	Y	=	-1,41

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	92,4817	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	197,4413	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-27,1624	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-128,2336	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	124,3417	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	515,8287	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	197,4413	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	92,4817	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,18	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]
Risultante in fondazione	218,0274	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	25,10	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-36,1478	[kNm]

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	4.15
--	------

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 252 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 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 [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

#### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

#### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 3,39

Raggio del cerchio R[m]= 8,41

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,38

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8,40

Larghezza della striscia dx[m]= 0,59

Coefficiente di sicurezza C= 1.55

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	23,8662	77.70	23,3188	0,0272	29.26	0	0
2	43,7997	63.66	39,2527	0,0131	29.26	0	0
3	52,8020	55.56	43,5442	0,0102	29.26	0	0
4	58,7573	48.93	44,2949	0,0088	29.26	0	0
5	62,8891	43.10	42,9710	0,0079	29.26	0	0
6	65,7221	37.79	40,2747	0,0073	29.26	0	0
7	67,5404	32.85	36,6324	0,0069	28.10	1	0
8	68,4596	28.16	32,3119	0,0066	21.32	8	2
9	68,6326	23.68	27,5637	0,0063	21.32	8	5
10	68,1782	19.34	22,5842	0,0061	21.32	8	7
11	67,1508	15.12	17,5198	0,0060	21.32	8	9
12	65,5891	10.99	12,4985	0,0059	21.32	8	10
13	63,8355	6.90	7,6741	0,0058	21.32	8	11
14	63,1490	2.86	3,1498	0,0058	21.32	8	12
15	70,1942	-1.17	-1,4360	0,0058	21.32	8	12
16	44,3732	-5.21	-4,0289	0,0058	21.32	8	12
17	34,9930	-9.27	-5,6386	0,0059	21.32	8	11
18	33,6207	-13.38	-7,7824	0,0060	21.32	8	10
19	31,6044	-17.57	-9,5390	0,0061	21.32	8	8
20	27,0675	-21.85	-10,0740	0,0062	21.32	8	6
21	24,0220	-26.27	-10,6308	0,0065	21.32	8	3
22	20,2969	-30.86	-10,4109	0,0068	24.87	4	0
23	15,7183	-35.69	-9,1691	0,0071	29.26	0	0
24	10,1931	-40.83	-6,6641	0,0077	29.26	0	0
25	3,5072	-46.41	-2,5403	0,0084	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 1155,9621$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 315,6767$  [kN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 431,8576$  [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 73,0562$  [kN]

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 253 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### COMBINAZIONE n° 5

#### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	79,6727	[kN]					
Componente orizzontale della spinta statica	73,1751	[kN]					
Componente verticale della spinta statica	31,5142	[kN]					
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,80	[m]	Y	=			-2,41
	[m]						
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]					
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,88	[°]					
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,80	[m]	Y	=			-3,80
	[m]						
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	50,8800	[kN]					
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,41	[m]	Y	=			-1,41
	[m]						

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	20,00	[kN]
-------------------	-------	------

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	93,1751	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	215,4900	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-36,0823	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-186,4976	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	215,4900	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	93,1751	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,17	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]
Risultante in fondazione	234,7712	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23,38	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	36,2253	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1743,0542	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	76,64	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	43,09	[kPa]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 22.25$	$N_q = 11.85$	$N_\gamma = 8.00$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,55$	$i_q = 0,55$	$i_\gamma = 0,01$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,23$	$d_q = 1,12$	$d_\gamma = 1,12$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 15.05$	$N'_q = 7.26$	$N'_\gamma = 0.09$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.79
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.09

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 254 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 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 kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	30,0000	20,0000
2	0,15	1,8662	32,9978	20,0952
3	0,30	3,7873	36,0099	20,3809
4	0,45	5,7633	39,0645	20,8569
5	0,60	7,7941	42,1898	21,5234
6	0,75	9,8799	45,4138	22,3804
7	0,90	12,0205	48,7648	23,4277
8	1,05	14,2160	52,2709	24,6655
9	1,20	16,4663	55,9603	26,0938
10	1,35	18,7716	59,8610	27,7124
11	1,50	21,1317	64,0013	29,5215
12	1,65	23,5467	68,4093	31,5210
13	1,80	26,0166	73,1131	33,7110
14	1,95	28,5413	78,1410	36,0914
15	2,10	31,1210	83,5210	38,6622
16	2,25	33,7555	89,2813	41,4234
17	2,40	36,4449	95,4500	44,3751
18	2,55	39,1891	102,0554	47,5172
19	2,70	41,9883	109,1255	50,8497
20	2,85	44,8423	116,6885	54,3727
21	3,00	47,7512	124,7714	58,0556

### 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 kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	1,1282	11,2196
3	0,40	4,4630	22,0664
4	0,60	9,9299	32,5403
5	0,80	17,4542	42,6413
6	1,00	26,9615	52,3694
7	1,20	38,3772	61,7247
8	1,40	51,6266	70,7072
9	1,60	66,6352	79,3168
10	1,80	83,3284	87,5535
11	2,00	101,6317	95,4173

### Sollecitazioni fondazione di monte



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 255 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 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 kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,08	-0,2026	-5,0433
3	0,16	-0,8033	-9,9521
4	0,24	-1,7914	-14,7263
5	0,32	-3,1560	-19,3660
6	0,40	-4,8863	-23,8711
7	0,48	-6,9718	-28,2418
8	0,56	-9,4014	-32,4778
9	0,64	-12,1646	-36,5794
10	0,72	-15,2506	-40,5464
11	0,80	-18,6485	-44,3788

### COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	61,2867	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	56,2885	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	24,2417	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,80	[m]	Y	=	-2,41
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,88	[°]			
Incremento sismico della spinta	25,5360	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,80	[m]	Y	=	-2,41
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	44,32	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,80	[m]	Y	=	-3,80
	[m]				
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	50,8800	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,41	[m]	Y	=	-1,41
	[m]				
Inerzia del muro	11,7916	[kN]			
Inerzia verticale del muro	5,8958	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	4,5077	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	2,2539	[kN]			
<b>Risultanti</b>					
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	96,0412	[kN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	226,4677	[kN]			
Resistenza passiva a valle del muro	-36,0823	[kN]			
Resistenza passiva dente di fondazione	-173,9167	[kN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	226,4677	[kN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	96,0412	[kN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,22	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]			
Risultante in fondazione	245,9910	[kN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22,98	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-49,0775	[kNm]			
Carico ultimo della fondazione	1713,2008	[kN]			
<b>Tensioni sul terreno</b>					
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]			

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 256 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Tensione terreno allo spigolo di valle  
Tensione terreno allo spigolo di monte

40,19 [kPa]  
85,65 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**

$N_c = 22.25$

$N_q = 11.85$

$N_\gamma = 8.00$

**Fattori forma**

$s_c = 1,00$

$s_q = 1,00$

$s_\gamma = 1,00$

**Fattori inclinazione**

$i_c = 0,55$

$i_q = 0,55$

$i_\gamma = 0,01$

**Fattori profondità**

$d_c = 1,23$

$d_q = 1,12$

$d_\gamma = 1,12$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 15.23$

$N'_q = 7.34$

$N'_\gamma = 0.12$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

2.77

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

7.56





## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 257 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 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 kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	0,0106	0,2691
3	0,30	3,7873	0,0632	0,7506
4	0,45	5,7633	0,1893	1,4444
5	0,60	7,7941	0,4204	2,3507
6	0,75	9,8799	0,7879	3,4693
7	0,90	12,0205	1,3232	4,8003
8	1,05	14,2160	2,0579	6,3437
9	1,20	16,4663	3,0232	8,0995
10	1,35	18,7716	4,2507	10,0676
11	1,50	21,1317	5,7719	12,2482
12	1,65	23,5467	7,6181	14,6411
13	1,80	26,0166	9,8208	17,2464
14	1,95	28,5413	12,4115	20,0641
15	2,10	31,1210	15,4216	23,0941
16	2,25	33,7555	18,8825	26,3366
17	2,40	36,4449	22,8257	29,7914
18	2,55	39,1891	27,2826	33,4586
19	2,70	41,9883	32,2847	37,3382
20	2,85	44,8423	37,8633	41,4302
21	3,00	47,7512	44,0488	45,7013

### 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 kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	0,4284	4,3677
3	0,40	1,7808	9,2406
4	0,60	4,1583	14,6186
5	0,80	7,6619	20,5018
6	1,00	12,3927	26,8901
7	1,20	18,4516	33,7836
8	1,40	25,9398	41,1822
9	1,60	34,9582	49,0860
10	1,80	45,6078	57,4949
11	2,00	57,9898	66,4089

### Sollecitazioni fondazione di monte



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 258 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 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 kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,08	-0,0040	-0,1051
3	0,16	-0,0174	-0,2333
4	0,24	-0,0420	-0,3848
5	0,32	-0,0796	-0,5595
6	0,40	-0,1321	-0,7575
7	0,48	-0,2014	-0,9787
8	0,56	-0,2894	-1,2231
9	0,64	-0,3977	-1,4907
10	0,72	-0,5285	-1,7815
11	0,80	-0,6834	-2,0956

### COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	61,2867	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	56,2885	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	24,2417	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,80	[m]	Y	=	-2,41
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,88	[°]			
Incremento sismico della spinta	20,7554	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,80	[m]	Y	=	-2,41
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	43,51	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,80	[m]	Y	=	-3,80
	[m]				
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	50,8800	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,41	[m]	Y	=	-1,41
	[m]				
Inerzia del muro	11,7916	[kN]			
Inerzia verticale del muro	-5,8958	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	4,5077	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-2,2539	[kN]			
<b>Risultanti</b>					
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	91,6505	[kN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	208,2775	[kN]			
Resistenza passiva a valle del muro	-36,0823	[kN]			
Resistenza passiva dente di fondazione	-169,6490	[kN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	208,2775	[kN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	91,6505	[kN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,20	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]			
Risultante in fondazione	227,5508	[kN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23,75	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-41,6140	[kNm]			
Carico ultimo della fondazione	1689,0759	[kN]			

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]
-------------------------------	------	-----



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 259 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Tensione terreno allo spigolo di valle  
Tensione terreno allo spigolo di monte

38,59 [kPa]  
77,14 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**

$N_c = 22.25$

$N_q = 11.85$

$N_\gamma = 8.00$

**Fattori forma**

$s_c = 1,00$

$s_q = 1,00$

$s_\gamma = 1,00$

**Fattori inclinazione**

$i_c = 0,54$

$i_q = 0,54$

$i_\gamma = 0,01$

**Fattori profondità**

$d_c = 1,23$

$d_q = 1,12$

$d_\gamma = 1,12$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 14.88$

$N'_q = 7.18$

$N'_\gamma = 0.07$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

2.80

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

8.11



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 260 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	0,0103	0,2634
3	0,30	3,7873	0,0609	0,7277
4	0,45	5,7633	0,1816	1,3930
5	0,60	7,7941	0,4021	2,2593
6	0,75	9,8799	0,7522	3,3265
7	0,90	12,0205	1,2615	4,5946
8	1,05	14,2160	1,9599	6,0638
9	1,20	16,4663	2,8770	7,7338
10	1,35	18,7716	4,0425	9,6049
11	1,50	21,1317	5,4862	11,6768
12	1,65	23,5467	7,2379	13,9498
13	1,80	26,0166	9,3272	16,4237
14	1,95	28,5413	11,7839	19,0985
15	2,10	31,1210	14,6377	21,9743
16	2,25	33,7555	17,9184	25,0511
17	2,40	36,4449	21,6556	28,3288
18	2,55	39,1891	25,8791	31,8075
19	2,70	41,9883	30,6187	35,4871
20	2,85	44,8423	35,9040	39,3677
21	3,00	47,7512	41,7636	43,4179

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	0,3938	4,0099
3	0,40	1,6325	8,4481
4	0,60	3,8016	13,3146
5	0,80	6,9869	18,6094
6	1,00	11,2740	24,3326
7	1,20	16,7485	30,4841
8	1,40	23,4962	37,0640
9	1,60	31,6026	44,0721
10	1,80	41,1536	51,5086
11	2,00	52,2346	59,3734

### Sollecitazioni fondazione di monte



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 261 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,08	-0,0311	-0,7797
3	0,16	-0,1250	-1,5703
4	0,24	-0,2827	-2,3719
5	0,32	-0,5048	-3,1844
6	0,40	-0,7925	-4,0079
7	0,48	-1,1464	-4,8422
8	0,56	-1,5675	-5,6875
9	0,64	-2,0567	-6,5438
10	0,72	-2,6148	-7,4109
11	0,80	-3,2427	-8,2890

### COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	85,5771	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	80,9096	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	27,8761	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,80	[m]	Y	=	-2,41
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43,82	[°]			
Incremento sismico della spinta	42,7879	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,80	[m]	Y	=	-2,41
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	37,69	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,80	[m]	Y	=	-3,80
	[m]				
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	50,8800	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,41	[m]	Y	=	-1,41
	[m]				
Inerzia del muro	11,7916	[kN]			
Inerzia verticale del muro	5,8958	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	4,5077	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	2,2539	[kN]			
<b>Risultanti</b>					
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	137,6631	[kN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	233,9394	[kN]			
Resistenza passiva a valle del muro	-30,1804	[kN]			
Resistenza passiva dente di fondazione	-148,8402	[kN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	233,9394	[kN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	137,6631	[kN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,02	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]			
Risultante in fondazione	271,4384	[kN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	30,47	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-4,7645	[kNm]			
Carico ultimo della fondazione	952,3356	[kN]			
<b>Tensioni sul terreno</b>					
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]			



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 262 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Tensione terreno allo spigolo di valle  
Tensione terreno allo spigolo di monte

62,79 [kPa]  
67,20 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**

$N_c = 16.14$

$N_q = 7.30$

$N_\gamma = 3.61$

**Fattori forma**

$s_c = 1,00$

$s_q = 1,00$

$s_\gamma = 1,00$

**Fattori inclinazione**

$i_c = 0,44$

$i_q = 0,44$

$i_\gamma = 0,18$

**Fattori profondità**

$d_c = 1,21$

$d_q = 1,11$

$d_\gamma = 1,11$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 8.57$

$N'_q = 3.53$

$N'_\gamma = 0.74$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

1.58

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

4.07

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 263 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 8

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	0,0137	0,3325
3	0,30	3,7873	0,0886	1,0044
4	0,45	5,7633	0,2750	2,0154
5	0,60	7,7941	0,6234	3,3658
6	0,75	9,8799	1,1844	5,0554
7	0,90	12,0205	2,0084	7,0844
8	1,05	14,2160	3,1459	9,4525
9	1,20	16,4663	4,6474	12,1600
10	1,35	18,7716	6,5633	15,2067
11	1,50	21,1317	8,9442	18,5927
12	1,65	23,5467	11,8404	22,3180
13	1,80	26,0166	15,3025	26,3826
14	1,95	28,5413	19,3810	30,7864
15	2,10	31,1210	24,1263	35,5295
16	2,25	33,7555	29,5889	40,6119
17	2,40	36,4449	35,8193	46,0335
18	2,55	39,1891	42,8680	51,7944
19	2,70	41,9883	50,7854	57,8946
20	2,85	44,8423	59,6221	64,3341
21	3,00	47,7512	69,4263	71,0593

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 8

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	0,8651	8,6592
3	0,40	3,4669	17,3674
4	0,60	7,8153	26,1246
5	0,80	13,9201	34,9309
6	1,00	21,7909	43,7862
7	1,20	31,4378	52,6906
8	1,40	42,8705	61,6440
9	1,60	56,0987	70,6464
10	1,80	71,1323	79,6979
11	2,00	87,9811	88,7985

### Sollecitazioni fondazione di monte



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 264 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione n° 8

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,08	-0,0621	-1,5442
3	0,16	-0,2458	-3,0387
4	0,24	-0,5470	-4,4834
5	0,32	-0,9618	-5,8784
6	0,40	-1,4862	-7,2236
7	0,48	-2,1162	-8,5191
8	0,56	-2,8479	-9,7648
9	0,64	-3,6773	-10,9608
10	0,72	-4,6003	-12,1070
11	0,80	-5,6131	-13,2034

### COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	85,5771	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	80,9096	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	27,8761	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,80	[m]	Y	=	-2,41
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43,82	[°]			
Incremento sismico della spinta	35,9025	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,80	[m]	Y	=	-2,41
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	37,38	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,80	[m]	Y	=	-3,80
	[m]				
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	50,8800	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,41	[m]	Y	=	-1,41
	[m]				
Inerzia del muro	11,7916	[kN]			
Inerzia verticale del muro	-5,8958	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	4,5077	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-2,2539	[kN]			
<b>Risultanti</b>					
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	131,1531	[kN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	215,3973	[kN]			
Resistenza passiva a valle del muro	-30,1804	[kN]			
Resistenza passiva dente di fondazione	-144,9921	[kN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	215,3973	[kN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	131,1531	[kN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,00	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]			
Risultante in fondazione	252,1847	[kN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	31,34	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	0,3915	[kNm]			
Carico ultimo della fondazione	945,0615	[kN]			
<b>Tensioni sul terreno</b>					
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]			





## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 265 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Tensione terreno allo spigolo di valle  
Tensione terreno allo spigolo di monte

60,02 [kPa]  
59,66 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

**Coeff. capacità portante**

$N_c = 16.14$

$N_q = 7.30$

$N_\gamma = 3.61$

**Fattori forma**

$s_c = 1,00$

$s_q = 1,00$

$s_\gamma = 1,00$

**Fattori inclinazione**

$i_c = 0,42$

$i_q = 0,42$

$i_\gamma = 0,22$

**Fattori profondità**

$d_c = 1,21$

$d_q = 1,11$

$d_\gamma = 1,11$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 8.33$

$N'_q = 3.43$

$N'_\gamma = 0.88$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

1.61  
4.39

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 266 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 9

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	0,0134	0,3254
3	0,30	3,7873	0,0857	0,9758
4	0,45	5,7633	0,2653	1,9511
5	0,60	7,7941	0,6006	3,2515
6	0,75	9,8799	1,1398	4,8768
7	0,90	12,0205	1,9313	6,8271
8	1,05	14,2160	3,0234	9,1023
9	1,20	16,4663	4,4644	11,7026
10	1,35	18,7716	6,3028	14,6278
11	1,50	21,1317	8,5868	17,8780
12	1,65	23,5467	11,3648	21,4532
13	1,80	26,0166	14,6850	25,3533
14	1,95	28,5413	18,5959	29,5785
15	2,10	31,1210	23,1457	34,1286
16	2,25	33,7555	28,3828	39,0037
17	2,40	36,4449	34,3556	44,2038
18	2,55	39,1891	41,1123	49,7288
19	2,70	41,9883	48,7013	55,5789
20	2,85	44,8423	57,1709	61,7539
21	3,00	47,7512	66,5674	68,2027

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 9

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	0,8081	8,0799
3	0,40	3,2317	16,1558
4	0,60	7,2701	24,2276
5	0,80	12,9225	32,2954
6	1,00	20,1880	40,3592
7	1,20	29,0659	48,4190
8	1,40	39,5553	56,4747
9	1,60	51,6555	64,5264
10	1,80	65,3656	72,5741
11	2,00	80,6849	80,6177

### Sollecitazioni fondazione di monte



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 267 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione n° 9

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,08	-0,0861	-2,1431
3	0,16	-0,3413	-4,2280
4	0,24	-0,7610	-6,2546
5	0,32	-1,3405	-8,2230
6	0,40	-2,0752	-10,1332
7	0,48	-2,9603	-11,9851
8	0,56	-3,9912	-13,7787
9	0,64	-5,1633	-15,5141
10	0,72	-6,4719	-17,1913
11	0,80	-7,9124	-18,8102

### COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	85,5771	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	80,9096	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	27,8761	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,80	[m]	Y	=	-2,41
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43,82	[°]			
Incremento sismico della spinta	42,7879	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,80	[m]	Y	=	-2,41
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	37,69	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,80	[m]	Y	=	-3,80
	[m]				
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	50,8800	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,41	[m]	Y	=	-1,41
	[m]				
Inerzia del muro	11,7916	[kN]			
Inerzia verticale del muro	5,8958	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	4,5077	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	2,2539	[kN]			

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	137,6631	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	233,9394	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-30,1804	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-148,8402	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	190,1712	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	615,9611	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	233,9394	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	137,6631	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]
Risultante in fondazione	271,4384	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	30,47	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-4,7645	[kNm]

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 268 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento

3.24

### COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	85,5771	[kN]					
Componente orizzontale della spinta statica	80,9096	[kN]					
Componente verticale della spinta statica	27,8761	[kN]					
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,80	[m]	Y	=			-2,41
	[m]						
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]					
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43,82	[°]					
Incremento sismico della spinta	35,9025	[kN]					
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,80	[m]	Y	=			-2,41
	[m]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	37,38	[°]					
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,80	[m]	Y	=			-3,80
	[m]						
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	50,8800	[kN]					
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,41	[m]	Y	=			-1,41
	[m]						
Inerzia del muro	11,7916	[kN]					
Inerzia verticale del muro	-5,8958	[kN]					
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	4,5077	[kN]					
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-2,2539	[kN]					
<b><u>Risultanti</u></b>							
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	131,1531	[kN]					
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	215,3973	[kN]					
Resistenza passiva a valle del muro	-30,1804	[kN]					
Resistenza passiva dente di fondazione	-144,9921	[kN]					
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	200,8810	[kNm]					
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	588,1441	[kNm]					
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	215,3973	[kN]					
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	131,1531	[kN]					
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,00	[m]					
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]					
Risultante in fondazione	252,1847	[kN]					
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	31,34	[°]					
Momento rispetto al baricentro della fondazione	0,3915	[kNm]					

### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento

2.93

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 269 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 12

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

#### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

#### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 3,39

Raggio del cerchio R[m]= 8,41

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,38

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8,40

Larghezza della striscia dx[m]= 0,59

Coefficiente di sicurezza C= 1.31

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	23,8662	77.70	23,3188	0,0272	29.26	0	0
2	43,7997	63.66	39,2527	0,0131	29.26	0	0
3	52,8020	55.56	43,5442	0,0102	29.26	0	0
4	58,7573	48.93	44,2949	0,0088	29.26	0	0
5	62,8891	43.10	42,9710	0,0079	29.26	0	0
6	65,7221	37.79	40,2747	0,0073	29.26	0	0
7	67,5404	32.85	36,6324	0,0069	28.10	1	0
8	68,4596	28.16	32,3119	0,0066	21.32	8	2
9	68,6326	23.68	27,5637	0,0063	21.32	8	5
10	68,1782	19.34	22,5842	0,0061	21.32	8	7
11	67,1508	15.12	17,5198	0,0060	21.32	8	9
12	65,5891	10.99	12,4985	0,0059	21.32	8	10
13	63,8355	6.90	7,6741	0,0058	21.32	8	11
14	63,1490	2.86	3,1498	0,0058	21.32	8	12
15	70,1942	-1.17	-1,4360	0,0058	21.32	8	12
16	44,3732	-5.21	-4,0289	0,0058	21.32	8	12
17	34,9930	-9.27	-5,6386	0,0059	21.32	8	11
18	33,6207	-13.38	-7,7824	0,0060	21.32	8	10
19	31,6044	-17.57	-9,5390	0,0061	21.32	8	8
20	27,0675	-21.85	-10,0740	0,0062	21.32	8	6
21	24,0220	-26.27	-10,6308	0,0065	21.32	8	3
22	20,2969	-30.86	-10,4109	0,0068	24.87	4	0
23	15,7183	-35.69	-9,1691	0,0071	29.26	0	0
24	10,1931	-40.83	-6,6641	0,0077	29.26	0	0
25	3,5072	-46.41	-2,5403	0,0084	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 1155,9621$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 315,6767$  [kN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 431,8576$  [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 73,0562$  [kN]

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 270 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 13

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

#### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

#### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 3,39

Raggio del cerchio R[m]= 8,41

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,38

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8,40

Larghezza della striscia dx[m]= 0,59

Coefficiente di sicurezza C= 1.31

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	23,8662	77.70	23,3188	0,0272	29.26	0	0
2	43,7997	63.66	39,2527	0,0131	29.26	0	0
3	52,8020	55.56	43,5442	0,0102	29.26	0	0
4	58,7573	48.93	44,2949	0,0088	29.26	0	0
5	62,8891	43.10	42,9710	0,0079	29.26	0	0
6	65,7221	37.79	40,2747	0,0073	29.26	0	0
7	67,5404	32.85	36,6324	0,0069	28.10	1	0
8	68,4596	28.16	32,3119	0,0066	21.32	8	2
9	68,6326	23.68	27,5637	0,0063	21.32	8	5
10	68,1782	19.34	22,5842	0,0061	21.32	8	7
11	67,1508	15.12	17,5198	0,0060	21.32	8	9
12	65,5891	10.99	12,4985	0,0059	21.32	8	10
13	63,8355	6.90	7,6741	0,0058	21.32	8	11
14	63,1490	2.86	3,1498	0,0058	21.32	8	12
15	70,1942	-1.17	-1,4360	0,0058	21.32	8	12
16	44,3732	-5.21	-4,0289	0,0058	21.32	8	12
17	34,9930	-9.27	-5,6386	0,0059	21.32	8	11
18	33,6207	-13.38	-7,7824	0,0060	21.32	8	10
19	31,6044	-17.57	-9,5390	0,0061	21.32	8	8
20	27,0675	-21.85	-10,0740	0,0062	21.32	8	6
21	24,0220	-26.27	-10,6308	0,0065	21.32	8	3
22	20,2969	-30.86	-10,4109	0,0068	24.87	4	0
23	15,7183	-35.69	-9,1691	0,0071	29.26	0	0
24	10,1931	-40.83	-6,6641	0,0077	29.26	0	0
25	3,5072	-46.41	-2,5403	0,0084	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 1155,9621$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 315,6767$  [kN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 431,8576$  [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 73,0562$  [kN]

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	271 di 371

### COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	61,2867	[kN]						
Componente orizzontale della spinta statica	56,2885	[kN]						
Componente verticale della spinta statica	24,2417	[kN]						
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,80	[m]				Y	=	-2,41
		[m]						
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,88	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,80	[m]				Y	=	-3,80
		[m]						
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	50,8800	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,41	[m]				Y	=	-1,41
		[m]						

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	56,2885	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	208,2175	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-36,0823	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-162,4072	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	208,2175	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	56,2885	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,38	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]
Risultante in fondazione	215,6917	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,13	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-80,1202	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1980,9523	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	20,74	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	94,95	[kPa]

### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 22.25$	$N_q = 11.85$	$N_\gamma = 8.00$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,69$	$i_q = 0,69$	$i_\gamma = 0,17$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,23$	$d_q = 1,12$	$d_\gamma = 1,12$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 19.01$	$N'_q = 9.16$	$N'_\gamma = 1.56$

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.56
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	9.51

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 272 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 14

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	-0,0033	0,0732
3	0,30	3,7873	0,0011	0,2930
4	0,45	5,7633	0,0349	0,6592
5	0,60	7,7941	0,1195	1,1719
6	0,75	9,8799	0,2765	1,8311
7	0,90	12,0205	0,5275	2,6367
8	1,05	14,2160	0,8941	3,5889
9	1,20	16,4663	1,3978	4,6875
10	1,35	18,7716	2,0601	5,9326
11	1,50	21,1317	2,9027	7,3242
12	1,65	23,5467	3,9470	8,8623
13	1,80	26,0166	5,2147	10,5469
14	1,95	28,5413	6,7273	12,3780
15	2,10	31,1210	8,5063	14,3555
16	2,25	33,7555	10,5734	16,4796
17	2,40	36,4449	12,9500	18,7501
18	2,55	39,1891	15,6578	21,1671
19	2,70	41,9883	18,7183	23,7306
20	2,85	44,8423	22,1530	26,4405
21	3,00	47,7512	25,9826	29,2736

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 14

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	0,0501	0,6382
3	0,40	0,3103	2,1011
4	0,60	0,9455	4,3886
5	0,80	2,1207	7,5008
6	1,00	4,0008	11,4377
7	1,20	6,7507	16,1992
8	1,40	10,5354	21,7854
9	1,60	15,5199	28,1963
10	1,80	21,8689	35,4318
11	2,00	29,7476	43,4920

### Sollecitazioni fondazione di monte



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 273 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione n° 14

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,08	0,0250	0,6139
3	0,16	0,0962	1,1534
4	0,24	0,2076	1,6185
5	0,32	0,3532	2,0093
6	0,40	0,5271	2,3258
7	0,48	0,7234	2,5679
8	0,56	0,9360	2,7357
9	0,64	1,1591	2,8291
10	0,72	1,3867	2,8482
11	0,80	1,6128	2,7929

### COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica	61,2867	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	56,2885	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	24,2417	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,80	[m]	Y	=	-2,41
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,88	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,80	[m]	Y	=	-3,80
	[m]				
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	50,8800	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,41	[m]	Y	=	-1,41
	[m]				

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	56,2885	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	208,2175	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-36,0823	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-162,4072	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	208,2175	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	56,2885	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,38	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]
Risultante in fondazione	215,6917	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,13	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-80,1202	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1980,9523	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	20,74	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	94,95	[kPa]

### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 22.25$	$N_q = 11.85$	$N_\gamma = 8.00$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,69$	$i_q = 0,69$	$i_\gamma = 0,17$



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 274 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Fattori profondità

$$d_c = 1,23$$

$$d_q = 1,12$$

$$d_\gamma = 1,12$$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 19.01$$

$$N'_q = 9.16$$

$$N'_\gamma = 1.56$$

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

4.56

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

9.51

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 275 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 15

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	-0,0033	0,0732
3	0,30	3,7873	0,0011	0,2930
4	0,45	5,7633	0,0349	0,6592
5	0,60	7,7941	0,1195	1,1719
6	0,75	9,8799	0,2765	1,8311
7	0,90	12,0205	0,5275	2,6367
8	1,05	14,2160	0,8941	3,5889
9	1,20	16,4663	1,3978	4,6875
10	1,35	18,7716	2,0601	5,9326
11	1,50	21,1317	2,9027	7,3242
12	1,65	23,5467	3,9470	8,8623
13	1,80	26,0166	5,2147	10,5469
14	1,95	28,5413	6,7273	12,3780
15	2,10	31,1210	8,5063	14,3555
16	2,25	33,7555	10,5734	16,4796
17	2,40	36,4449	12,9500	18,7501
18	2,55	39,1891	15,6578	21,1671
19	2,70	41,9883	18,7183	23,7306
20	2,85	44,8423	22,1530	26,4405
21	3,00	47,7512	25,9826	29,2736

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 15

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	0,0501	0,6382
3	0,40	0,3103	2,1011
4	0,60	0,9455	4,3886
5	0,80	2,1207	7,5008
6	1,00	4,0008	11,4377
7	1,20	6,7507	16,1992
8	1,40	10,5354	21,7854
9	1,60	15,5199	28,1963
10	1,80	21,8689	35,4318
11	2,00	29,7476	43,4920

### Sollecitazioni fondazione di monte

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 276 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione n° 15

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,08	0,0250	0,6139
3	0,16	0,0962	1,1534
4	0,24	0,2076	1,6185
5	0,32	0,3532	2,0093
6	0,40	0,5271	2,3258
7	0,48	0,7234	2,5679
8	0,56	0,9360	2,7357
9	0,64	1,1591	2,8291
10	0,72	1,3867	2,8482
11	0,80	1,6128	2,7929

### COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica	61,2867	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	56,2885	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	24,2417	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,80	[m]	Y	=	-2,41
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,88	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0,80	[m]	Y	=	-3,80
	[m]				
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	50,8800	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,41	[m]	Y	=	-1,41
	[m]				

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	56,2885	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	208,2175	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-36,0823	[kN]
Resistenza passiva dente di fondazione	-162,4072	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	208,2175	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	56,2885	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,38	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]
Risultante in fondazione	215,6917	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,13	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-80,1202	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1980,9523	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,60	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	20,74	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	94,95	[kPa]

### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 22.25$	$N_q = 11.85$	$N_\gamma = 8.00$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,69$	$i_q = 0,69$	$i_\gamma = 0,17$



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 277 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Fattori profondità**

$$d_c = 1,23$$

$$d_q = 1,12$$

$$d_\gamma = 1,12$$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 19.01$$

$$N'_q = 9.16$$

$$N'_\gamma = 1.56$$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

4.56

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

9.51

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 278 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 16

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	-0,0033	0,0732
3	0,30	3,7873	0,0011	0,2930
4	0,45	5,7633	0,0349	0,6592
5	0,60	7,7941	0,1195	1,1719
6	0,75	9,8799	0,2765	1,8311
7	0,90	12,0205	0,5275	2,6367
8	1,05	14,2160	0,8941	3,5889
9	1,20	16,4663	1,3978	4,6875
10	1,35	18,7716	2,0601	5,9326
11	1,50	21,1317	2,9027	7,3242
12	1,65	23,5467	3,9470	8,8623
13	1,80	26,0166	5,2147	10,5469
14	1,95	28,5413	6,7273	12,3780
15	2,10	31,1210	8,5063	14,3555
16	2,25	33,7555	10,5734	16,4796
17	2,40	36,4449	12,9500	18,7501
18	2,55	39,1891	15,6578	21,1671
19	2,70	41,9883	18,7183	23,7306
20	2,85	44,8423	22,1530	26,4405
21	3,00	47,7512	25,9826	29,2736

### Sollecitazioni fondazione di valle

#### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,20	0,0501	0,6382
3	0,40	0,3103	2,1011
4	0,60	0,9455	4,3886
5	0,80	2,1207	7,5008
6	1,00	4,0008	11,4377
7	1,20	6,7507	16,1992
8	1,40	10,5354	21,7854
9	1,60	15,5199	28,1963
10	1,80	21,8689	35,4318
11	2,00	29,7476	43,4920

### Sollecitazioni fondazione di monte



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 279 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,08	0,0250	0,6139
3	0,16	0,0962	1,1534
4	0,24	0,2076	1,6185
5	0,32	0,3532	2,0093
6	0,40	0,5271	2,3258
7	0,48	0,7234	2,5679
8	0,56	0,9360	2,7357
9	0,64	1,1591	2,8291
10	0,72	1,3867	2,8482
11	0,80	1,6128	2,7929

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 280 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	30,0000	0,0000	20,0000
2	0,15	1,8662	1,8662	-0,0022	32,9978	0,0952	20,0952
3	0,30	3,7873	3,7873	0,0099	36,0099	0,3809	20,3809
4	0,45	5,7633	5,7633	0,0645	39,0645	0,8569	20,8569
5	0,60	7,7941	7,7941	0,1898	42,1898	1,5234	21,5234
6	0,75	9,8799	9,8799	0,4138	45,4138	2,3804	22,3804
7	0,90	12,0205	12,0205	0,7648	48,7648	3,4277	23,4277
8	1,05	14,2160	14,2160	1,2709	52,2709	4,6655	24,6655
9	1,20	16,4663	16,4663	1,9603	55,9603	6,0938	26,0938
10	1,35	18,7716	18,7716	2,8610	59,8610	7,7124	27,7124
11	1,50	21,1317	21,1317	4,0013	64,0013	9,5215	29,5215
12	1,65	23,5467	23,5467	5,4093	68,4093	11,5210	31,5210
13	1,80	26,0166	26,0166	7,1131	73,1131	13,7110	33,7110
14	1,95	28,5413	28,5413	9,1410	78,1410	16,0914	36,0914
15	2,10	31,1210	31,1210	11,5210	83,5210	18,6622	38,6622
16	2,25	33,7555	33,7555	14,2813	89,2813	21,4234	41,4234
17	2,40	36,4449	36,4449	17,4500	95,4500	24,3751	46,0335
18	2,55	39,1891	39,1891	21,0554	102,0554	27,5172	51,7944
19	2,70	41,9883	41,9883	25,1255	109,1255	30,8497	57,8946
20	2,85	44,8423	44,8423	29,6885	116,6885	34,3727	64,3341
21	3,00	47,7512	47,7512	34,7714	124,7714	38,0556	71,0593

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,15	1,8662	1,8662	-0,0033	-0,0033	0,0732	0,0732
3	0,30	3,7873	3,7873	0,0011	0,0011	0,2930	0,2930
4	0,45	5,7633	5,7633	0,0349	0,0349	0,6592	0,6592
5	0,60	7,7941	7,7941	0,1195	0,1195	1,1719	1,1719
6	0,75	9,8799	9,8799	0,2765	0,2765	1,8311	1,8311
7	0,90	12,0205	12,0205	0,5275	0,5275	2,6367	2,6367
8	1,05	14,2160	14,2160	0,8941	0,8941	3,5889	3,5889
9	1,20	16,4663	16,4663	1,3978	1,3978	4,6875	4,6875
10	1,35	18,7716	18,7716	2,0601	2,0601	5,9326	5,9326
11	1,50	21,1317	21,1317	2,9027	2,9027	7,3242	7,3242
12	1,65	23,5467	23,5467	3,9470	3,9470	8,8623	8,8623
13	1,80	26,0166	26,0166	5,2147	5,2147	10,5469	10,5469
14	1,95	28,5413	28,5413	6,7273	6,7273	12,3780	12,3780
15	2,10	31,1210	31,1210	8,5063	8,5063	14,3555	14,3555
16	2,25	33,7555	33,7555	10,5734	10,5734	16,4796	16,4796
17	2,40	36,4449	36,4449	12,9500	12,9500	18,7501	18,7501
18	2,55	39,1891	39,1891	15,6578	15,6578	21,1671	21,1671
19	2,70	41,9883	41,9883	18,7183	18,7183	23,7306	23,7306
20	2,85	44,8423	44,8423	22,1530	22,1530	26,4405	26,4405
21	3,00	47,7512	47,7512	25,9826	25,9826	29,2736	29,2736

### Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 281 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]  
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	0,1828	1,1282	1,9473	11,2196
3	0,40	0,8268	4,4630	4,6127	22,0664
4	0,60	2,0757	9,9299	7,9963	32,5403
5	0,80	4,0732	17,4542	12,0982	42,6413
6	1,00	6,9629	26,9615	16,9181	52,3694
7	1,20	10,8883	38,3772	22,4563	61,7247
8	1,40	15,9933	51,6266	28,7127	70,7072
9	1,60	22,4213	66,6352	35,6872	79,3168
10	1,80	30,3160	83,3284	43,3799	87,5535
11	2,00	39,8211	101,6317	51,7908	95,4173

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	0,0501	0,0501	0,6382	0,6382
3	0,40	0,3103	0,3103	2,1011	2,1011
4	0,60	0,9455	0,9455	4,3886	4,3886
5	0,80	2,1207	2,1207	7,5008	7,5008
6	1,00	4,0008	4,0008	11,4377	11,4377
7	1,20	6,7507	6,7507	16,1992	16,1992
8	1,40	10,5354	10,5354	21,7854	21,7854
9	1,60	15,5199	15,5199	28,1963	28,1963
10	1,80	21,8689	21,8689	35,4318	35,4318
11	2,00	29,7476	29,7476	43,4920	43,4920

## Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]  
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,08	-0,2026	-0,0040	-5,0433	-0,1051
3	0,16	-0,8033	-0,0174	-9,9521	-0,2333
4	0,24	-1,7914	-0,0420	-14,7263	-0,3848
5	0,32	-3,1560	-0,0796	-19,3660	-0,5595
6	0,40	-4,8863	-0,1321	-23,8711	-0,7575
7	0,48	-6,9718	-0,2014	-28,2418	-0,9787
8	0,56	-9,4014	-0,2894	-32,4778	-1,2231
9	0,64	-12,1646	-0,3977	-36,5794	-1,4907
10	0,72	-15,2506	-0,5285	-40,5464	-1,7815
11	0,80	-18,6485	-0,6834	-44,3788	-2,0956

### Inviluppo combinazioni SLE



**QUADRILATERO**  
Marche Umbria S.p.A.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 282 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,08	0,0250	0,0250	0,6139	0,6139
3	0,16	0,0962	0,0962	1,1534	1,1534
4	0,24	0,2076	0,2076	1,6185	1,6185
5	0,32	0,3532	0,3532	2,0093	2,0093
6	0,40	0,5271	0,5271	2,3258	2,3258
7	0,48	0,7234	0,7234	2,5679	2,5679
8	0,56	0,9360	0,9360	2,7357	2,7357
9	0,64	1,1591	1,1591	2,8291	2,8291
10	0,72	1,3867	1,3867	2,8482	2,8482
11	0,80	1,6128	1,6128	2,7929	2,7929



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 283 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

# ALLEGATO 2

## **TABULATI DI CALCOLO MAX 10 – Muro Sottoscarpa Tipo 2**

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 284 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Normativa

#### N.T.C. 2008 - Approccio 1

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_\gamma$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	1,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,35	1,15	1,35	1,00

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

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

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,00

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

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

#### FONDAZIONE SUPERFICIALE

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

###### Verifica

	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 285 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Stabilità globale

1,10

### PALI DI FONDAZIONE

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche dei pali

#### Pali trivellati

		R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	1,00	1,70	1,35
Laterale compressione	$\gamma_s$	1,00	1,45	1,15
Totale compressione	$\gamma_t$	1,00	1,60	1,30
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	1,00	1,60	1,25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali  $\gamma_T$  per le verifiche dei pali.

	R1	R2	R3
$\gamma_T$	1,00	1,60	1,30

Coefficienti di riduzione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1  $\xi_3=1,70$   $\xi_4=1,70$



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 286 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Geometria muro e fondazione

#### Descrizione

Altezza del paramento	4,30 [m]
Spessore in sommità	0,50 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,93 [m]
Inclinazione paramento esterno	5,70 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	2,40 [m]

#### Muro a mensola in c.a.

#### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1,25 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2,40 [m]
Lunghezza totale fondazione	4,58 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	1,00 [m]
Spessore magrone	0,20 [m]



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 287 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Descrizione pali di fondazione

Pali in c.a.

Numero di file di pali

2

Vincolo pali/fondazione

Incastro

Tipo di portanza

Portanza laterale e portanza di punta

#### Simbologia adottata

N	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
nr.	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [m]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
alfa	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

N	X	Nr.	D	L	alfa	ALL
1	1,00	1	0,8000	14,00	0,00	Centrati
2	3,60	1	0,8000	14,00	0,00	Centrati



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 288 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Materiali utilizzati per la struttura

#### Calcestruzzo

Peso specifico	24,517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	30000 [kPa]
Modulo elastico E	31447048 [kPa]

#### Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

#### Calcestruzzo utilizzato per i pali

Classe di Resistenza	C32/40
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	40000 [kPa]
Modulo elastico E	33642648 [kPa]

#### Acciaio utilizzato per i pali

Tipo	B450C
Tensione ammissibile $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	10,00	4,00	21,80
2	17,50	4,00	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	0,30	[m]

### Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione	0,00	[m]
---	------	-----

### Descrizione terreni

#### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 289 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

c Coesione espressa in [kPa]  
 c<sub>a</sub> Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	c <sub>a</sub>
Rilevato	20,00	20,00	35,00	23,30	0,0	0,0
Ag	17,00	17,00	40,00	26,70	2,0	2,0
Ala	19,00	19,00	25,00	25,00	2,0	0,0
Salt	20,00	20,50	27,00	27,00	20,0	20,0
Sch	23,00	23,50	27,00	27,00	55,0	55,0
Ecla	19,50	19,50	26,00	26,00	10,0	5,0
Pa	23,00	23,00	33,00	33,00	130,0	0,0

### Parametri medi

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	c <sub>a</sub>
Rilevato	20,00	20,00	35,00	23,30	0,0	0,0
Ag	17,00	17,00	40,00	26,70	2,0	2,0
Ala	19,00	19,00	25,00	25,00	2,0	2,0
Salt	20,00	20,50	27,00	27,00	20,0	20,0
Sch	23,00	23,50	27,00	27,00	55,0	55,0
Ecla	19,50	19,50	26,00	26,00	10,0	5,0
Pa	23,00	23,00	33,00	33,00	130,0	0,0

### Parametri minimi

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	c <sub>a</sub>
Rilevato	20,00	20,00	35,00	23,30	0,0	0,0
Ag	17,00	17,00	40,00	26,67	0,0	0,0
Ala	19,00	19,00	25,00	25,00	0,0	0,0
Salt	20,00	20,50	27,00	27,00	20,0	20,0
Sch	23,00	23,50	27,00	27,00	55,0	55,0
Ecla	19,50	19,50	26,00	26,00	10,0	5,0
Pa	23,00	23,00	33,00	33,00	130,0	0,0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N Indice dello strato  
 H Spessore dello strato 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.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	5,50	0,00	0,22	0,43	Rilevato
2	7,00	0,00	3,00	0,50	Ecla
3	3,00	0,00	7,00	0,50	Salt
4	8,00	0,00	20,00	0,50	Pa



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 290 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Condizioni di carico

#### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$  Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

$M$  Momento espresso in [kNm]

$X_i$  Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

$X_f$  Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m]

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

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

#### Condizione n° 1 (Carico stradale)

D	Profilo	$X_i=10,50$	$X_f=17,20$	$Q_i=60,0000$	$Q_f=20,0000$
D	Profilo	$X_i=10,50$	$X_f=13,00$	$Q_i=9,0000$	$Q_f=9,0000$
D	Profilo	$X_i=13,00$	$X_f=17,00$	$Q_i=2,5000$	$Q_f=2,5000$

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 291 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Descrizione combinazioni di carico

#### Simbologia adottata

$F/S$	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Carico stradale	SFAV	1.35	1.00	1.35

#### Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.15	1.00	1.15

#### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.15	1.00	1.15

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

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

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

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

#### Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

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

#### Combinazione n° 7 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

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

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

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

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 292 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Carico stradale	SFAV	1.00	0.20	0.20
-----------------	------	------	------	------

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Carico stradale	SFAV	1,00	0,20	0,20

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

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

Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Carico stradale	SFAV	1,00	0,75	0,75

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

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



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 293 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Impostazioni analisi pali

<u>Numero elementi palo</u>	40
<u>Tipo carico palo</u>	Distribuito
<u>Calcolo della portanza</u>	metodo di Berezantzev
<u>Costante di Winkler</u>	da Strato

Criterio di rottura del sistema terreno-palo  
Pressione limite Brich-Hansen

Andamento pressione verticale  
Geostatica

### Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

#### **Impostazioni verifiche SLU**

##### Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

#### **Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali  
Armatura ad aderenza migliorata

Aggressive

##### Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature  
Valori limite delle aperture delle fessure

Poco sensibile  
 $w_1 = 0.20$   
 $w_2 = 0.30$   
 $w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

##### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.70 f_{yk}$   
Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

#### **Impostazioni avanzate**

Terreno a monte a elevata permeabilità

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 294 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>SCO</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>RIB</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>STAB</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>SCO</sub></b>	<b>CS<sub>RIB</sub></b>	<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	<b>CS<sub>STAB</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
2	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	3,20
4	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
5	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
6	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
7	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
8	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,99
9	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2,14
10	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--
11	SLEF - [1]	--	--	--	--	--
12	SLER - [1]	--	--	--	--	--

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 295 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
 Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte  
 Ordinate Y (esprese in [m]) positive verso l'alto  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

#### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo della stabilità globale	metodo di Fellenius
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

#### Sisma

##### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	2.02 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.39
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 28.58$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 14.29$

##### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.00 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
------------------------------------	--------------

Partecipazione spinta passiva (percento)	0,0
Lunghezza del muro	2,40 [m]

Peso muro	187,6035 [kN]
Baricentro del muro	X=-0,08 Y=-3,82

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 2,40	Y = -5,30
Punto superiore superficie di spinta	X = 2,40	Y = 0,96
Altezza della superficie di spinta	6,26	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00	[°]

#### COMBINAZIONE n° 1

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	170,4070	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	156,5097	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	67,4037	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,40	[m]	Y =	-3,21
	[m]			

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	296 di 371

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,07	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,40	[m]				Y	=	-5,30
	[m]							

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	229,4400	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,24	[m]				Y	=	-1,90
	[m]							

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	156,5097	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	484,4472	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	484,4472	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	156,5097	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,10	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	4,58	[m]						
Risultante in fondazione	509,1015	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,90	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-50,6629	[kNm]						





## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 297 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,21	2,6920	-0,0011	0,1848
3	0,43	5,4966	0,0476	0,7391
4	0,65	8,4141	0,2244	1,6629
5	0,86	11,4443	0,6075	2,9562
6	1,07	14,5872	1,2751	4,6191
7	1,29	17,8429	2,3056	6,6515
8	1,50	21,2113	3,7771	9,0534
9	1,72	24,6925	5,7678	11,8249
10	1,94	28,2864	8,3559	14,9659
11	2,15	31,9930	11,6198	18,4764
12	2,36	35,8124	15,6376	22,3564
13	2,58	39,7446	20,4876	26,6060
14	2,79	43,7895	26,2480	31,2251
15	3,01	47,9471	32,9970	36,2137
16	3,23	52,2175	40,8128	41,5719
17	3,44	56,6006	49,7738	47,2996
18	3,65	61,0965	59,9580	53,3968
19	3,87	65,7051	71,4439	59,8635
20	4,08	70,4264	84,3095	66,6998
21	4,30	75,2606	98,6297	73,8464

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 298 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 1

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 4.58

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,1059	0,1072	-3,3854	7,2290
2	0,14	-1,3346	1,7351	-21,0070	12,2007
3	0,29	-2,3760	3,2428	-43,9578	21,1521
4	0,43	-6,5949	6,0012	-76,2503	32,1383
5	0,58	-19,4150	10,3881	-79,1667	47,5327
6	0,71	-24,1669	15,6512	0,0000	93,3039
7	0,85	-11,6649	21,4336	0,0000	202,4847
8	0,98	0,0000	29,1218	0,0000	361,0943
9	1,11	0,0000	74,0281	-32,7346	574,9729
10	1,25	0,0000	162,9390	-34,4647	756,1998
11	2,18	-242,1495	0,0000	-270,5846	0,0000
12	2,32	-197,2075	0,0000	-252,7172	0,0000
13	2,46	-167,0165	0,0000	-189,8779	0,0000
14	2,61	-143,1693	0,0000	-153,1203	0,0000
15	2,75	-123,5081	0,0000	-126,1566	0,0000
16	2,89	-107,2388	0,0000	-109,5823	0,0000
17	3,04	-95,4156	0,0000	-97,7953	3,2435
18	3,18	-91,4643	0,0000	-89,4665	23,6253
19	3,31	-88,8122	0,0000	-84,6217	0,0000
20	3,45	-82,5082	0,0000	-81,4930	0,0000
21	3,58	-73,7180	0,0000	-79,2811	0,0000
22	3,71	-62,8457	0,0000	-103,8071	0,0000
23	3,85	-49,5773	0,0000	-132,5897	0,0000
24	3,98	-32,8803	0,0000	-165,3728	0,0000
25	4,13	-16,9030	0,0000	-119,0043	0,0000
26	4,28	-8,3457	0,0000	-74,3771	0,0000
27	4,43	-3,0265	0,6372	-35,6224	0,0000
28	4,58	0,0000	0,3250	-9,8089	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,1269	1,3536	-7,1158	62,3628
2	0,27	-3,1282	5,4478	-36,3099	86,4768
3	0,53	-9,5874	7,6678	-89,7405	117,9806
4	0,80	-20,7043	1,8529	-227,6269	116,6858
5	1,00	-33,3642	0,0000	-89,1430	120,0466
6	1,20	-37,0202	0,0000	-45,4276	45,4276
7	1,40	-33,3642	0,0000	-120,0466	89,1430
8	1,60	-20,7043	1,8529	-116,6858	227,6269
9	1,87	-9,5874	7,6678	-117,9806	89,7405
10	2,13	-3,1282	5,4478	-86,4768	36,3099
11	2,40	-0,1269	1,3536	-62,3628	7,1158

#### COMBINAZIONE n° 2

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	299 di 371

Valore della spinta statica	198,7183	[kN]						
Componente orizzontale della spinta statica	187,8799	[kN]						
Componente verticale della spinta statica	64,7311	[kN]						
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,40	[m]				Y	=	-3,31
	[m]							
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43,38	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,40	[m]				Y	=	-5,30
	[m]							
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	229,4400	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,24	[m]				Y	=	-1,90
	[m]							

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	187,8799	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	481,7746	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	481,7746	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	187,8799	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,01	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	4,58	[m]						
Risultante in fondazione	517,1127	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21,30	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	2,5813	[kNm]						



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 300 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 2

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,21	2,6920	-0,0002	0,1983
3	0,43	5,4966	0,0553	0,7931
4	0,65	8,4141	0,2505	1,7845
5	0,86	11,4443	0,6695	3,1725
6	1,07	14,5872	1,3962	4,9570
7	1,29	17,8429	2,5148	7,1380
8	1,50	21,2113	4,1093	9,7156
9	1,72	24,6925	6,2636	12,6898
10	1,94	28,2864	9,0620	16,0605
11	2,15	31,9930	12,5883	19,8278
12	2,36	35,8124	16,9267	23,9917
13	2,58	39,7446	22,1612	28,5521
14	2,79	43,7895	28,3759	33,5090
15	3,01	47,9471	35,6546	38,8626
16	3,23	52,2175	44,0817	44,6126
17	3,44	56,6006	53,7409	50,7593
18	3,65	61,0965	64,7165	57,3025
19	3,87	65,7051	77,0924	64,2422
20	4,08	70,4264	90,9527	71,5785
21	4,30	75,2606	106,3778	79,2479

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 301 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 2

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 4.58

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,1230	0,1146	-3,6195	8,1257
2	0,14	-1,4630	1,9599	-22,9525	14,0231
3	0,29	-2,5357	3,7286	-48,1320	24,3934
4	0,43	-7,0897	6,9496	-83,7133	37,0418
5	0,58	-21,1685	12,0443	-86,6211	54,6450
6	0,71	-26,2215	18,1502	0,0000	106,0447
7	0,85	-11,9987	24,8842	0,0000	228,1654
8	0,98	0,0000	33,7886	0,0000	405,1389
9	1,11	0,0000	84,2274	-33,3311	643,7948
10	1,25	0,0000	183,7487	-34,9839	846,1357
11	2,18	-202,7505	0,0000	-221,7639	0,0000
12	2,32	-166,3620	0,0000	-207,1936	0,0000
13	2,46	-141,3628	0,0000	-158,1763	0,0000
14	2,61	-121,3431	0,0000	-129,1403	0,0000
15	2,75	-104,6540	0,0000	-107,6085	0,0000
16	2,89	-90,6835	0,0000	-94,0534	0,0000
17	3,04	-80,2487	0,0000	-84,1671	0,0000
18	3,18	-75,9799	0,0000	-76,9345	0,2977
19	3,31	-72,8982	0,0000	-72,4321	0,0000
20	3,45	-67,1172	0,0000	-69,2467	0,0000
21	3,58	-59,5317	0,0000	-66,7652	0,0000
22	3,71	-50,4521	0,0000	-85,1957	0,0000
23	3,85	-39,6373	0,0000	-106,3348	0,0000
24	3,98	-26,2945	0,0000	-130,6186	0,0000
25	4,13	-13,5629	0,0000	-94,0391	0,0000
26	4,28	-6,6626	0,0000	-58,8897	0,0000
27	4,43	-2,3806	0,4347	-28,2527	0,0000
28	4,58	0,0000	0,2606	-7,6061	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,1578	1,0743	-5,3530	69,4911
2	0,27	-2,3705	6,0596	-30,1175	96,2080
3	0,53	-7,3322	8,5403	-100,1325	131,3721
4	0,80	-15,8867	2,0611	-257,2307	130,0902
5	1,00	-25,6089	0,0000	-102,1787	133,6870
6	1,20	-28,4164	0,0000	-50,6024	50,6024
7	1,40	-25,6089	0,0000	-133,6870	102,1787
8	1,60	-15,8867	2,0611	-130,0902	257,2307
9	1,87	-7,3322	8,5403	-131,3721	100,1325
10	2,13	-2,3705	6,0596	-96,2080	30,1175
11	2,40	-0,1578	1,0743	-69,4911	5,3530

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 302 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 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 [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,36 Y[m]= 4,08

Raggio del cerchio R[m]= 10,10

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7,44

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8,73

Larghezza della striscia dx[m]= 0,65

Coefficiente di sicurezza C= 3.20

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	17,7357	77.83	17,3369	0,0301	29.26	0	0
2	42,7326	64.89	38,6955	0,0150	29.26	0	0
3	54,8109	57.18	46,0612	0,0117	29.26	0	0
4	63,1020	50.88	48,9578	0,0101	29.26	0	0
5	69,1415	45.36	49,1974	0,0090	29.26	0	0
6	73,5880	40.34	47,6360	0,0083	29.26	0	0
7	76,8002	35.67	44,7876	0,0078	29.26	0	0
8	78,9989	31.27	41,0033	0,0074	29.26	0	0
9	80,3308	27.06	36,5442	0,0071	29.26	0	0
10	81,5151	23.01	31,8576	0,0069	29.26	0	0
11	83,6926	19.07	27,3444	0,0067	26.51	3	2
12	82,8889	15.23	21,7696	0,0066	21.32	8	4
13	81,4858	11.45	16,1792	0,0065	21.32	8	5
14	87,5769	7.73	11,7766	0,0064	21.32	8	6
15	67,5274	4.04	4,7534	0,0064	21.32	8	7
16	30,2497	0.36	0,1910	0,0063	21.32	8	7
17	29,6334	-3.31	-1,7117	0,0064	21.32	8	7
18	26,2958	-7.00	-3,2039	0,0064	21.32	8	6
19	25,0222	-10.71	-4,6522	0,0065	21.32	8	5
20	23,1956	-14.48	-5,7990	0,0066	21.32	8	4
21	19,5144	-18.31	-6,1293	0,0067	24.96	4	2
22	16,4287	-22.22	-6,2131	0,0069	29.26	0	0
23	12,6534	-26.25	-5,5964	0,0071	29.26	0	0
24	8,1296	-30.42	-4,1168	0,0074	29.26	0	0
25	2,7620	-34.79	-1,5758	0,0077	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 1235,8118$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 445,0935$  [kN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 507,2572$  [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 52,0930$  [kN]

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 303 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	131,0823	[kN]					
Componente orizzontale della spinta statica	120,3921	[kN]					
Componente verticale della spinta statica	51,8490	[kN]					
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,40	[m]	Y	=			-3,21
	[m]						
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]					
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,07	[°]					
Incremento sismico della spinta	207,0202	[kN]					
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,40	[m]	Y	=			-2,17
	[m]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	39,01	[°]					
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,40	[m]	Y	=			-5,30
	[m]						
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	229,4400	[kN]					
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,24	[m]	Y	=			-1,90
	[m]						
Inerzia del muro	53,6151	[kN]					
Inerzia verticale del muro	26,8076	[kN]					
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	65,5716	[kN]					
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	32,7858	[kN]					

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	429,7158	[kN]					
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	610,3718	[kN]					
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	610,3718	[kN]					
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	429,7158	[kN]					
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,96	[m]					
Lunghezza fondazione reagente	3,98	[m]					
Risultante in fondazione	746,4646	[kN]					
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	35,15	[°]					
Momento rispetto al baricentro della fondazione	587,3237	[kNm]					



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 304 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,21	2,6920	0,6993	6,6915
3	0,43	5,4966	2,8417	13,6995
4	0,65	8,4141	6,4940	21,0240
5	0,86	11,4443	11,7231	28,6649
6	1,07	14,5872	18,5957	36,6223
7	1,29	17,8429	27,1788	44,8962
8	1,50	21,2113	37,5390	53,4866
9	1,72	24,6925	49,7434	62,3934
10	1,94	28,2864	63,8586	71,6167
11	2,15	31,9930	79,9515	81,1565
12	2,36	35,8124	98,0889	91,0128
13	2,58	39,7446	118,3377	101,1855
14	2,79	43,7895	140,7647	111,6747
15	3,01	47,9471	165,4366	122,4804
16	3,23	52,2175	192,4204	133,6025
17	3,44	56,6006	221,7828	145,0412
18	3,65	61,0965	253,5907	156,7962
19	3,87	65,7051	287,9109	168,8678
20	4,08	70,4264	324,8102	181,2559
21	4,30	75,2606	364,3528	193,9149



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 305 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 4

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 4.58

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,3188	0,1993	-6,2159	18,3142
2	0,14	-2,9317	4,5315	-45,1522	34,8349
3	0,29	-4,3626	9,2867	-95,8470	61,4569
4	0,43	-12,7508	17,7985	-169,0626	93,1192
5	0,58	-41,2277	30,9915	-171,9260	135,9387
6	0,71	-49,7268	46,7386	0,0000	251,7448
7	0,85	-15,8177	64,3583	0,0000	521,8262
8	0,98	0,0000	87,1761	0,0000	908,9920
9	1,11	0,0000	200,9068	-39,9591	1431,1125
10	1,25	0,0000	421,8084	-41,1197	1874,9902
11	2,18	-593,6336	0,0000	-495,9185	0,0000
12	2,32	-524,4693	0,0000	-480,1620	0,0000
13	2,46	-460,1174	0,0000	-456,1464	0,0000
14	2,61	-399,6882	0,0000	-435,4935	0,0000
15	2,75	-342,5168	0,0000	-420,8843	0,0000
16	2,89	-287,8994	0,0000	-412,3086	0,0000
17	3,04	-236,7622	0,0000	-410,6847	0,0000
18	3,18	-192,0634	0,0000	-414,9905	0,0000
19	3,31	-154,1422	0,0000	-348,0758	0,0000
20	3,45	-120,1814	0,0000	-285,8220	0,0000
21	3,58	-90,5121	0,0000	-225,1314	0,0000
22	3,71	-65,2948	0,0000	-182,3187	0,0000
23	3,85	-44,4588	0,0000	-148,9637	0,0000
24	3,98	-27,7902	0,0000	-117,3142	0,0000
25	4,13	-13,8846	0,0000	-84,7698	0,0000
26	4,28	-7,8979	0,0000	-53,6498	0,0000
27	4,43	-3,1831	0,1399	-26,2663	0,0000
28	4,58	0,0000	0,2724	-7,4804	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,5113	1,1756	-54,3379	150,6510
2	0,27	-2,5440	13,0589	-66,7781	207,7674
3	0,53	-5,6960	18,5215	-218,9081	284,6141
4	0,80	-27,0670	19,8807	-562,9825	283,3900
5	1,00	-51,4988	31,6765	-259,5271	289,7483
6	1,20	-58,7741	35,0911	-124,0991	124,0991
7	1,40	-51,4988	31,6765	-289,7483	259,5271
8	1,60	-27,0670	19,8807	-283,3900	562,9825
9	1,87	-5,6960	18,5215	-284,6141	218,9081
10	2,13	-2,5440	13,0589	-207,7674	66,7781
11	2,40	-0,5113	1,1756	-150,6510	54,3379

#### COMBINAZIONE n° 5

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	306 di 371

Valore della spinta statica	131,0823	[kN]						
Componente orizzontale della spinta statica	120,3921	[kN]						
Componente verticale della spinta statica	51,8490	[kN]						
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,40	[m]				Y	=	-3,21
	[m]							
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,07	[°]						
Incremento sismico della spinta	197,1781	[kN]						
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,40	[m]				Y	=	-2,17
	[m]							
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	34,45	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,40	[m]				Y	=	-5,30
	[m]							
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	229,4400	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,24	[m]				Y	=	-1,90
	[m]							
Inerzia del muro	53,6151	[kN]						
Inerzia verticale del muro	-26,8076	[kN]						
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	65,5716	[kN]						
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-32,7858	[kN]						
<b><u>Risultanti</u></b>								
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	420,6764	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	487,2921	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	487,2921	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	420,6764	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,30	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	2,98	[m]						
Risultante in fondazione	643,7563	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	40,80	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	631,7234	[kNm]						



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 307 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 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 kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,21	2,6920	0,7557	7,2161
3	0,43	5,4966	3,0672	14,7487
4	0,65	8,4141	7,0015	22,5978
5	0,86	11,4443	12,6254	30,7633
6	1,07	14,5872	20,0056	39,2453
7	1,29	17,8429	29,2090	48,0438
8	1,50	21,2113	40,3024	57,1588
9	1,72	24,6925	53,3526	66,5902
10	1,94	28,2864	68,4266	76,3381
11	2,15	31,9930	85,5910	86,4025
12	2,36	35,8124	104,9127	96,7834
13	2,58	39,7446	126,4585	107,4807
14	2,79	43,7895	150,2954	118,4945
15	3,01	47,9471	176,4900	129,8248
16	3,23	52,2175	205,1092	141,4716
17	3,44	56,6006	236,2198	153,4348
18	3,65	61,0965	269,8887	165,7145
19	3,87	65,7051	306,1827	178,3106
20	4,08	70,4264	345,1686	191,2233
21	4,30	75,2606	386,9106	204,4069

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 308 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 5

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 4.58

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,2947	0,1889	-5,9004	17,0638
2	0,14	-2,7510	4,2152	-42,4245	32,2764
3	0,29	-4,1379	8,6031	-89,9800	56,8989
4	0,43	-12,0545	16,4641	-158,5663	86,2226
5	0,58	-38,7605	28,6611	-161,4326	125,9426
6	0,71	-46,8358	43,2223	0,0000	233,8266
7	0,85	-15,3480	59,5032	0,0000	485,7123
8	0,98	0,0000	80,6097	0,0000	847,0208
9	1,11	0,0000	186,5558	-39,1553	1334,2757
10	1,25	0,0000	392,5281	-40,3536	1748,4457
11	2,18	-702,9115	0,0000	-591,1072	0,0000
12	2,32	-620,4106	0,0000	-575,3879	0,0000
13	2,46	-543,8961	0,0000	-547,5492	0,0000
14	2,61	-472,0582	0,0000	-524,8033	0,0000
15	2,75	-403,8985	0,0000	-511,0604	0,0000
16	2,89	-338,3810	0,0000	-506,1432	0,0000
17	3,04	-276,7878	0,0000	-511,5018	0,0000
18	3,18	-223,5384	0,0000	-525,2062	0,0000
19	3,31	-178,3698	0,0000	-434,7473	0,0000
20	3,45	-138,0119	0,0000	-351,1330	0,0000
21	3,58	-102,9267	0,0000	-269,6457	0,0000
22	3,71	-73,3393	0,0000	-215,5106	0,0000
23	3,85	-49,1413	0,0000	-174,5552	0,0000
24	3,98	-30,0102	0,0000	-136,0211	3,0038
25	4,13	-14,3648	0,0000	-97,1209	0,0000
26	4,28	-8,9829	0,0000	-60,4155	0,0000
27	4,43	-4,0959	0,7758	-28,8737	0,0000
28	4,58	0,0000	0,2866	-9,0371	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,4678	1,1063	-77,4284	140,6912
2	0,27	-3,9985	12,1980	-80,3127	194,0370
3	0,53	-5,3124	17,2939	-204,3036	265,7641
4	0,80	-25,2695	28,9048	-527,4680	264,5366
5	1,00	-48,0799	46,1297	-239,7182	270,5527
6	1,20	-54,8719	51,1140	-113,2832	113,2832
7	1,40	-48,0799	46,1297	-270,5527	239,7182
8	1,60	-25,2695	28,9048	-264,5366	527,4680
9	1,87	-5,3124	17,2939	-265,7641	204,3036
10	2,13	-3,9985	12,1980	-194,0370	80,3127
11	2,40	-0,4678	1,1063	-140,6912	77,4284

#### COMBINAZIONE n° 6

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	309 di 371

Valore della spinta statica	177,6604	[kN]						
Componente orizzontale della spinta statica	167,9705	[kN]						
Componente verticale della spinta statica	57,8716	[kN]						
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,40	[m]				Y	=	-3,21
	[m]							
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	46,75	[°]						
Incremento sismico della spinta	254,7605	[kN]						
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,40	[m]				Y	=	-2,17
	[m]							
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	34,19	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,40	[m]				Y	=	-5,30
	[m]							
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	229,4400	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,24	[m]				Y	=	-1,90
	[m]							
Inerzia del muro	53,6151	[kN]						
Inerzia verticale del muro	26,8076	[kN]						
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	65,5716	[kN]						
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	32,7858	[kN]						
<b><u>Risultanti</u></b>								
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	528,0227	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	617,4949	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	617,4949	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	528,0227	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,34	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	2,84	[m]						
Risultante in fondazione	812,4703	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	40,53	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	829,0939	[kNm]						



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 310 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 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 kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,21	2,6920	1,0002	9,5098
3	0,43	5,4966	4,0616	19,4484
4	0,65	8,4141	9,2750	29,8157
5	0,86	11,4443	16,7315	40,6119
6	1,07	14,5872	26,5220	51,8368
7	1,29	17,8429	38,7374	63,4905
8	1,50	21,2113	53,4689	75,5730
9	1,72	24,6925	70,8073	88,0842
10	1,94	28,2864	90,8435	101,0242
11	2,15	31,9930	113,6687	114,3931
12	2,36	35,8124	139,3736	128,1906
13	2,58	39,7446	168,0494	142,4170
14	2,79	43,7895	199,7870	157,0721
15	3,01	47,9471	234,6773	172,1561
16	3,23	52,2175	272,8113	187,6688
17	3,44	56,6006	314,2800	203,6102
18	3,65	61,0965	359,1743	219,9805
19	3,87	65,7051	407,5853	236,7795
20	4,08	70,4264	459,6039	254,0073
21	4,30	75,2606	515,3174	271,6005



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 311 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 6

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 4.58

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,3885	0,2295	-7,1264	21,9306
2	0,14	-3,4544	5,4466	-53,0426	42,2368
3	0,29	-5,0128	11,2646	-112,8206	74,6444
4	0,43	-14,7654	21,6593	-199,4309	113,0730
5	0,58	-48,3661	37,7342	-202,2877	164,8591
6	0,71	-58,0915	56,9122	0,0000	303,5869
7	0,85	-17,1767	78,4058	0,0000	626,3124
8	0,98	0,0000	106,1748	0,0000	1088,2941
9	1,11	0,0000	242,4290	-42,2754	1711,2918
10	1,25	0,0000	506,5256	-43,3455	2241,1234
11	2,18	-806,3251	0,0000	-681,1925	0,0000
12	2,32	-711,2033	0,0000	-665,4987	0,0000
13	2,46	-623,1789	0,0000	-634,0437	0,0000
14	2,61	-540,5445	0,0000	-609,3190	0,0000
15	2,75	-461,9863	0,0000	-596,4004	0,0000
16	2,89	-386,1535	0,0000	-594,9487	0,0000
17	3,04	-314,6654	0,0000	-606,9188	0,0000
18	3,18	-253,3243	0,0000	-629,4705	0,0000
19	3,31	-201,2973	0,0000	-516,6988	0,0000
20	3,45	-154,8856	0,0000	-412,8144	0,0000
21	3,58	-114,6750	0,0000	-311,9122	0,0000
22	3,71	-80,9522	0,0000	-246,8782	0,0000
23	3,85	-53,5726	0,0000	-198,7676	0,0000
24	3,98	-32,1123	0,0000	-153,7152	15,1691
25	4,13	-14,8192	0,0000	-108,7920	18,8984
26	4,28	-10,0097	0,0000	-66,7879	0,0000
27	4,43	-4,9597	1,3776	-31,1842	0,3225
28	4,58	0,0000	0,3001	-10,2677	1,8049

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,6371	1,3761	-99,3355	179,4496
2	0,27	-5,3749	15,5497	-102,6769	247,4985
3	0,53	-6,8058	22,0735	-261,1610	339,1541
4	0,80	-32,2679	37,4447	-665,8533	337,9375
5	1,00	-61,3909	59,8072	-317,1943	345,2876
6	1,20	-70,0641	66,2771	-155,7469	155,7469
7	1,40	-61,3909	59,8072	-345,2876	317,1943
8	1,60	-32,2679	37,4447	-337,9375	665,8533
9	1,87	-6,8058	22,0735	-339,1541	261,1610
10	2,13	-5,3749	15,5497	-247,4985	102,6769
11	2,40	-0,6371	1,3761	-179,4496	99,3355

#### COMBINAZIONE n° 7

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	312 di 371

Valore della spinta statica	177,6604	[kN]						
Componente orizzontale della spinta statica	167,9705	[kN]						
Componente verticale della spinta statica	57,8716	[kN]						
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,40	[m]				Y	=	-3,21
	[m]							
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	46,75	[°]						
Incremento sismico della spinta	236,7953	[kN]						
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,40	[m]				Y	=	-2,17
	[m]							
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	29,44	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,40	[m]				Y	=	-5,30
	[m]							
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	229,4400	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,24	[m]				Y	=	-1,90
	[m]							
Inerzia del muro	53,6151	[kN]						
Inerzia verticale del muro	-26,8076	[kN]						
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	65,5716	[kN]						
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-32,7858	[kN]						
<b><u>Risultanti</u></b>								
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	511,0374	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	492,4562	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	492,4562	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	511,0374	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,73	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	1,67	[m]						
Risultante in fondazione	709,6987	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	46,06	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	853,1083	[kNm]						





## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 313 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,21	2,6920	1,0028	9,5334
3	0,43	5,4966	4,0717	19,4956
4	0,65	8,4141	9,2978	29,8865
5	0,86	11,4443	16,7721	40,7063
6	1,07	14,5872	26,5854	51,9548
7	1,29	17,8429	38,8288	63,6321
8	1,50	21,2113	53,5932	75,7381
9	1,72	24,6925	70,9696	88,2730
10	1,94	28,2864	91,0490	101,2366
11	2,15	31,9930	113,9223	114,6290
12	2,36	35,8124	139,6805	128,4502
13	2,58	39,7446	168,4146	142,7001
14	2,79	43,7895	200,2156	157,3789
15	3,01	47,9471	235,1744	172,4864
16	3,23	52,2175	273,3820	188,0227
17	3,44	56,6006	314,9293	203,9878
18	3,65	61,0965	359,9073	220,3816
19	3,87	65,7051	408,4071	237,2042
20	4,08	70,4264	460,5195	254,4556
21	4,30	75,2606	516,3319	272,0724

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 314 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 7

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 4.58

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,3583	0,2164	-6,7325	20,3645
2	0,14	-3,2280	5,0503	-49,6255	39,0310
3	0,29	-4,7312	10,4079	-105,4693	68,9328
4	0,43	-13,8928	19,9871	-186,2781	104,4308
5	0,58	-45,2744	34,8139	-189,1375	152,3335
6	0,71	-54,4687	52,5059	0,0000	281,1336
7	0,85	-16,5881	72,3217	0,0000	581,0585
8	0,98	0,0000	97,9462	0,0000	1010,6361
9	1,11	0,0000	224,4452	-41,2736	1589,9425
10	1,25	0,0000	469,8335	-42,3800	2082,5465
11	2,18	-899,0193	0,0000	-761,9426	0,0000
12	2,32	-792,5848	0,0000	-746,2664	0,0000
13	2,46	-694,2436	0,0000	-711,5709	0,0000
14	2,61	-601,9319	0,0000	-685,0733	0,0000
15	2,75	-514,0530	0,0000	-672,8960	0,0000
16	2,89	-428,9742	0,0000	-674,5522	0,0000
17	3,04	-348,6169	0,0000	-692,4501	0,0000
18	3,18	-280,0227	0,0000	-722,9095	0,0000
19	3,31	-221,8482	0,0000	-590,1215	0,0000
20	3,45	-170,0102	0,0000	-468,0385	0,0000
21	3,58	-125,2056	0,0000	-349,8985	0,0000
22	3,71	-87,7759	0,0000	-274,9716	0,0000
23	3,85	-57,5446	0,0000	-220,4669	0,0000
24	3,98	-34,0060	0,0000	-169,5700	26,9051
25	4,13	-15,2265	0,0000	-119,2431	37,1013
26	4,28	-10,9300	0,0000	-72,4811	7,9610
27	4,43	-5,7340	1,9170	-33,1674	1,6017
28	4,58	0,0000	0,3122	-11,4930	5,0005

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,5826	1,2893	-119,0060	166,9795
2	0,27	-6,6087	14,4709	-122,6887	230,2897
3	0,53	-6,3251	22,7969	-242,8611	315,5320
4	0,80	-30,0154	45,0994	-621,2811	314,3125
5	1,00	-57,1065	72,0670	-292,1617	321,2328
6	1,20	-65,1743	79,8685	-141,9836	141,9836
7	1,40	-57,1065	72,0670	-321,2328	292,1617
8	1,60	-30,0154	45,0994	-314,3125	621,2811
9	1,87	-6,3251	22,7969	-315,5320	242,8611
10	2,13	-6,6087	14,4709	-230,2897	122,6887
11	2,40	-0,5826	1,2893	-166,9795	119,0060

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 315 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

#### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

#### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -4,08 Y[m]= 4,08

Raggio del cerchio R[m]= 11,40

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -12,13

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,26

Larghezza della striscia dx[m]= 0,78

Coefficiente di sicurezza C= 1.99

Le strisce sono numerate da monte verso valle

#### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	21,6418	75.95	20,9943	0,0313	29.26	0	0
2	53,0008	63.60	47,4728	0,0171	29.26	0	0
3	69,1480	55.74	57,1520	0,0135	29.26	0	0
4	80,1649	49.29	60,7625	0,0117	29.26	0	0
5	88,0760	43.60	60,7399	0,0105	29.26	0	0
6	93,7665	38.42	58,2653	0,0097	29.26	0	0
7	100,2692	33.59	55,4684	0,0091	26.69	3	1
8	103,6215	29.01	50,2597	0,0087	21.32	8	6
9	104,7758	24.64	43,6799	0,0084	21.32	8	10
10	117,1102	20.41	40,8432	0,0081	21.32	8	13
11	69,8884	16.30	19,6133	0,0079	21.32	8	15
12	51,9896	12.27	11,0489	0,0078	21.32	8	17
13	51,0619	8.30	7,3739	0,0077	21.32	8	19
14	51,7262	4.38	3,9468	0,0076	21.32	8	19
15	52,2234	0.47	0,4279	0,0076	21.32	8	20
16	51,9193	-3.43	-3,1107	0,0076	21.32	8	20
17	50,8094	-7.36	-6,5048	0,0077	21.32	8	19
18	48,8780	-11.31	-9,5866	0,0078	21.32	8	18
19	46,0963	-15.32	-12,1808	0,0079	21.32	8	16
20	42,4202	-19.41	-14,0991	0,0081	21.32	8	13
21	37,7870	-23.61	-15,1335	0,0083	21.32	8	10
22	32,1086	-27.95	-15,0472	0,0086	21.32	8	7
23	23,7215	-32.47	-12,7335	0,0090	24.79	4	2
24	15,3489	-37.23	-9,2857	0,0096	29.26	0	0
25	5,2957	-42.31	-3,5651	0,0103	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 1462,8491$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 436,8016$  [kN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 542,0662$  [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 104,2386$  [kN]

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 316 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

#### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

#### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -4,08 Y[m]= 4,08

Raggio del cerchio R[m]= 11,40

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -12,13

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,26

Larghezza della striscia dx[m]= 0,78

Coefficiente di sicurezza C= 2.14

Le strisce sono numerate da monte verso valle

#### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	21,6418	75.95	20,9943	0,0313	29.26	0	0
2	53,0008	63.60	47,4728	0,0171	29.26	0	0
3	69,1480	55.74	57,1520	0,0135	29.26	0	0
4	80,1649	49.29	60,7625	0,0117	29.26	0	0
5	88,0760	43.60	60,7399	0,0105	29.26	0	0
6	93,7665	38.42	58,2653	0,0097	29.26	0	0
7	100,2692	33.59	55,4684	0,0091	26.69	3	1
8	103,6215	29.01	50,2597	0,0087	21.32	8	6
9	104,7758	24.64	43,6799	0,0084	21.32	8	10
10	117,1102	20.41	40,8432	0,0081	21.32	8	13
11	69,8884	16.30	19,6133	0,0079	21.32	8	15
12	51,9896	12.27	11,0489	0,0078	21.32	8	17
13	51,0619	8.30	7,3739	0,0077	21.32	8	19
14	51,7262	4.38	3,9468	0,0076	21.32	8	19
15	52,2234	0.47	0,4279	0,0076	21.32	8	20
16	51,9193	-3.43	-3,1107	0,0076	21.32	8	20
17	50,8094	-7.36	-6,5048	0,0077	21.32	8	19
18	48,8780	-11.31	-9,5866	0,0078	21.32	8	18
19	46,0963	-15.32	-12,1808	0,0079	21.32	8	16
20	42,4202	-19.41	-14,0991	0,0081	21.32	8	13
21	37,7870	-23.61	-15,1335	0,0083	21.32	8	10
22	32,1086	-27.95	-15,0472	0,0086	21.32	8	7
23	23,7215	-32.47	-12,7335	0,0090	24.79	4	2
24	15,3489	-37.23	-9,2857	0,0096	29.26	0	0
25	5,2957	-42.31	-3,5651	0,0103	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 1462,8491$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 436,8016$  [kN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 542,0662$  [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 104,2386$  [kN]

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 317 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	131,0823	[kN]					
Componente orizzontale della spinta statica	120,3921	[kN]					
Componente verticale della spinta statica	51,8490	[kN]					
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,40	[m]	Y	=			-3,21
	[m]						
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]					
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,07	[°]					
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,40	[m]	Y	=			-5,30
	[m]						
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	229,4400	[kN]					
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,24	[m]	Y	=			-1,90
	[m]						

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	120,3921	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	468,8925	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	468,8925	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	120,3921	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,58	[m]
Risultante in fondazione	484,1017	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,40	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-90,4722	[kNm]



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 318 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,21	2,6920	-0,0042	0,1421
3	0,43	5,4966	0,0231	0,5685
4	0,65	8,4141	0,1419	1,2791
5	0,86	11,4443	0,4119	2,2740
6	1,07	14,5872	0,8932	3,5532
7	1,29	17,8429	1,6456	5,1165
8	1,50	21,2113	2,7289	6,9642
9	1,72	24,6925	4,2032	9,0961
10	1,94	28,2864	6,1283	11,5122
11	2,15	31,9930	8,5641	14,2126
12	2,36	35,8124	11,5705	17,1973
13	2,58	39,7446	15,2073	20,4662
14	2,79	43,7895	19,5346	24,0193
15	3,01	47,9471	24,6121	27,8567
16	3,23	52,2175	30,4998	31,9784
17	3,44	56,6006	37,2576	36,3843
18	3,65	61,0965	44,9453	41,0744
19	3,87	65,7051	53,6230	46,0488
20	4,08	70,4264	63,3503	51,3075
21	4,30	75,2606	74,1848	56,8049

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 319 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 10

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 4.58

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,0854	0,0983	-3,1006	6,1498
2	0,14	-1,1807	1,4657	-18,6725	10,0135
3	0,29	-2,1845	2,6604	-38,9526	17,2656
4	0,43	-6,0017	4,8645	-67,3033	26,2594
5	0,58	-17,3133	8,4028	-70,2327	39,0031
6	0,71	-21,7040	12,6557	0,0000	78,0289
7	0,85	-11,2647	17,2975	0,0000	171,6951
8	0,98	0,0000	23,5279	0,0000	308,2993
9	1,11	0,0000	61,8026	-32,0125	492,4792
10	1,25	0,0000	137,9954	-33,8495	648,3974
11	2,18	-124,4864	0,0000	-187,9192	0,0000
12	2,32	-89,2857	0,0000	-174,3561	0,0000
13	2,46	-70,7770	0,0000	-107,4475	0,0000
14	2,61	-58,7529	0,0000	-71,4522	0,4627
15	2,75	-50,6058	0,0000	-47,1821	20,9250
16	2,89	-45,4216	0,0000	-34,7986	47,4526
17	3,04	-44,3567	0,0000	-28,3460	83,1929
18	3,18	-51,3945	0,0000	-26,0377	120,6380
19	3,31	-58,2100	0,0000	-27,4870	67,0820
20	3,45	-59,8162	0,0000	-31,0993	14,7571
21	3,58	-57,5622	0,0000	-35,7729	0,0000
22	3,71	-51,9120	0,0000	-64,4333	0,0000
23	3,85	-42,4909	0,0000	-109,7123	0,0000
24	3,98	-28,0839	0,0000	-157,1490	0,0000
25	4,13	-13,9708	0,0000	-112,6861	0,0000
26	4,28	-7,2291	0,0000	-69,1833	0,0000
27	4,43	-2,9693	1,2798	-32,6250	0,0000
28	4,58	0,0000	0,2705	-10,5715	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,0898	1,2353	-9,5875	61,0925
2	0,27	-3,9502	4,7144	-40,1783	74,8273
3	0,53	-11,4598	6,6220	-93,7240	101,9314
4	0,80	-24,2418	1,6034	-192,3824	100,6160
5	1,00	-38,9905	0,0000	-91,3944	103,6974
6	1,20	-43,2514	0,0000	-39,2250	39,2250
7	1,40	-38,9905	0,0000	-103,6974	91,3944
8	1,60	-24,2418	1,6034	-100,6160	192,3824
9	1,87	-11,4598	6,6220	-101,9314	93,7240
10	2,13	-3,9502	4,7144	-74,8273	40,1783
11	2,40	-0,0898	1,2353	-61,0925	9,5875

#### COMBINAZIONE n° 11

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	320 di 371

Valore della spinta statica	131,0823	[kN]						
Componente orizzontale della spinta statica	120,3921	[kN]						
Componente verticale della spinta statica	51,8490	[kN]						
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,40	[m]				Y	=	-3,21
	[m]							
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,07	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,40	[m]				Y	=	-5,30
	[m]							
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	229,4400	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,24	[m]				Y	=	-1,90
	[m]							

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	120,3921	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	468,8925	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	468,8925	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	120,3921	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	4,58	[m]						
Risultante in fondazione	484,1017	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,40	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-90,4722	[kNm]						





## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 321 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,21	2,6920	-0,0042	0,1421
3	0,43	5,4966	0,0231	0,5685
4	0,65	8,4141	0,1419	1,2791
5	0,86	11,4443	0,4119	2,2740
6	1,07	14,5872	0,8932	3,5532
7	1,29	17,8429	1,6456	5,1165
8	1,50	21,2113	2,7289	6,9642
9	1,72	24,6925	4,2032	9,0961
10	1,94	28,2864	6,1283	11,5122
11	2,15	31,9930	8,5641	14,2126
12	2,36	35,8124	11,5705	17,1973
13	2,58	39,7446	15,2073	20,4662
14	2,79	43,7895	19,5346	24,0193
15	3,01	47,9471	24,6121	27,8567
16	3,23	52,2175	30,4998	31,9784
17	3,44	56,6006	37,2576	36,3843
18	3,65	61,0965	44,9453	41,0744
19	3,87	65,7051	53,6230	46,0488
20	4,08	70,4264	63,3503	51,3075
21	4,30	75,2606	74,1848	56,8049

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 322 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 11

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 4.58

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,0854	0,0983	-3,1006	6,1498
2	0,14	-1,1807	1,4657	-18,6725	10,0135
3	0,29	-2,1845	2,6604	-38,9526	17,2656
4	0,43	-6,0017	4,8645	-67,3033	26,2594
5	0,58	-17,3133	8,4028	-70,2327	39,0031
6	0,71	-21,7040	12,6557	0,0000	78,0289
7	0,85	-11,2647	17,2975	0,0000	171,6951
8	0,98	0,0000	23,5279	0,0000	308,2993
9	1,11	0,0000	61,8026	-32,0125	492,4792
10	1,25	0,0000	137,9954	-33,8495	648,3974
11	2,18	-124,4864	0,0000	-187,9192	0,0000
12	2,32	-89,2857	0,0000	-174,3561	0,0000
13	2,46	-70,7770	0,0000	-107,4475	0,0000
14	2,61	-58,7529	0,0000	-71,4522	0,4627
15	2,75	-50,6058	0,0000	-47,1821	20,9250
16	2,89	-45,4216	0,0000	-34,7986	47,4526
17	3,04	-44,3567	0,0000	-28,3460	83,1929
18	3,18	-51,3945	0,0000	-26,0377	120,6380
19	3,31	-58,2100	0,0000	-27,4870	67,0820
20	3,45	-59,8162	0,0000	-31,0993	14,7571
21	3,58	-57,5622	0,0000	-35,7729	0,0000
22	3,71	-51,9120	0,0000	-64,4333	0,0000
23	3,85	-42,4909	0,0000	-109,7123	0,0000
24	3,98	-28,0839	0,0000	-157,1490	0,0000
25	4,13	-13,9708	0,0000	-112,6861	0,0000
26	4,28	-7,2291	0,0000	-69,1833	0,0000
27	4,43	-2,9693	1,2798	-32,6250	0,0000
28	4,58	0,0000	0,2705	-10,5715	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,0898	1,2353	-9,5875	61,0925
2	0,27	-3,9502	4,7144	-40,1783	74,8273
3	0,53	-11,4598	6,6220	-93,7240	101,9314
4	0,80	-24,2418	1,6034	-192,3824	100,6160
5	1,00	-38,9905	0,0000	-91,3944	103,6974
6	1,20	-43,2514	0,0000	-39,2250	39,2250
7	1,40	-38,9905	0,0000	-103,6974	91,3944
8	1,60	-24,2418	1,6034	-100,6160	192,3824
9	1,87	-11,4598	6,6220	-101,9314	93,7240
10	2,13	-3,9502	4,7144	-74,8273	40,1783
11	2,40	-0,0898	1,2353	-61,0925	9,5875

#### COMBINAZIONE n° 12

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	323 di 371

Valore della spinta statica	131,0823	[kN]						
Componente orizzontale della spinta statica	120,3921	[kN]						
Componente verticale della spinta statica	51,8490	[kN]						
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,40	[m]				Y	=	-3,21
	[m]							
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	53,07	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,40	[m]				Y	=	-5,30
	[m]							
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	229,4400	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,24	[m]				Y	=	-1,90
	[m]							

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	120,3921	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	468,8925	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	468,8925	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	120,3921	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	4,58	[m]						
Risultante in fondazione	484,1017	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,40	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-90,4722	[kNm]						



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 324 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,21	2,6920	-0,0042	0,1421
3	0,43	5,4966	0,0231	0,5685
4	0,65	8,4141	0,1419	1,2791
5	0,86	11,4443	0,4119	2,2740
6	1,07	14,5872	0,8932	3,5532
7	1,29	17,8429	1,6456	5,1165
8	1,50	21,2113	2,7289	6,9642
9	1,72	24,6925	4,2032	9,0961
10	1,94	28,2864	6,1283	11,5122
11	2,15	31,9930	8,5641	14,2126
12	2,36	35,8124	11,5705	17,1973
13	2,58	39,7446	15,2073	20,4662
14	2,79	43,7895	19,5346	24,0193
15	3,01	47,9471	24,6121	27,8567
16	3,23	52,2175	30,4998	31,9784
17	3,44	56,6006	37,2576	36,3843
18	3,65	61,0965	44,9453	41,0744
19	3,87	65,7051	53,6230	46,0488
20	4,08	70,4264	63,3503	51,3075
21	4,30	75,2606	74,1848	56,8049

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 325 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 12

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 4.58

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,0854	0,0983	-3,1006	6,1498
2	0,14	-1,1807	1,4657	-18,6725	10,0135
3	0,29	-2,1845	2,6604	-38,9526	17,2656
4	0,43	-6,0017	4,8645	-67,3033	26,2594
5	0,58	-17,3133	8,4028	-70,2327	39,0031
6	0,71	-21,7040	12,6557	0,0000	78,0289
7	0,85	-11,2647	17,2975	0,0000	171,6951
8	0,98	0,0000	23,5279	0,0000	308,2993
9	1,11	0,0000	61,8026	-32,0125	492,4792
10	1,25	0,0000	137,9954	-33,8495	648,3974
11	2,18	-124,4864	0,0000	-187,9192	0,0000
12	2,32	-89,2857	0,0000	-174,3561	0,0000
13	2,46	-70,7770	0,0000	-107,4475	0,0000
14	2,61	-58,7529	0,0000	-71,4522	0,4627
15	2,75	-50,6058	0,0000	-47,1821	20,9250
16	2,89	-45,4216	0,0000	-34,7986	47,4526
17	3,04	-44,3567	0,0000	-28,3460	83,1929
18	3,18	-51,3945	0,0000	-26,0377	120,6380
19	3,31	-58,2100	0,0000	-27,4870	67,0820
20	3,45	-59,8162	0,0000	-31,0993	14,7571
21	3,58	-57,5622	0,0000	-35,7729	0,0000
22	3,71	-51,9120	0,0000	-64,4333	0,0000
23	3,85	-42,4909	0,0000	-109,7123	0,0000
24	3,98	-28,0839	0,0000	-157,1490	0,0000
25	4,13	-13,9708	0,0000	-112,6861	0,0000
26	4,28	-7,2291	0,0000	-69,1833	0,0000
27	4,43	-2,9693	1,2798	-32,6250	0,0000
28	4,58	0,0000	0,2705	-10,5715	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,0898	1,2353	-9,5875	61,0925
2	0,27	-3,9502	4,7144	-40,1783	74,8273
3	0,53	-11,4598	6,6220	-93,7240	101,9314
4	0,80	-24,2418	1,6034	-192,3824	100,6160
5	1,00	-38,9905	0,0000	-91,3944	103,6974
6	1,20	-43,2514	0,0000	-39,2250	39,2250
7	1,40	-38,9905	0,0000	-103,6974	91,3944
8	1,60	-24,2418	1,6034	-100,6160	192,3824
9	1,87	-11,4598	6,6220	-101,9314	93,7240
10	2,13	-3,9502	4,7144	-74,8273	40,1783
11	2,40	-0,0898	1,2353	-61,0925	9,5875

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 326 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,21	2,6920	2,6920	-0,0011	1,0028	0,1848	9,5334
3	0,43	5,4966	5,4966	0,0476	4,0717	0,7391	19,4956
4	0,65	8,4141	8,4141	0,2244	9,2978	1,6629	29,8865
5	0,86	11,4443	11,4443	0,6075	16,7721	2,9562	40,7063
6	1,07	14,5872	14,5872	1,2751	26,5854	4,6191	51,9548
7	1,29	17,8429	17,8429	2,3056	38,8288	6,6515	63,6321
8	1,50	21,2113	21,2113	3,7771	53,5932	9,0534	75,7381
9	1,72	24,6925	24,6925	5,7678	70,9696	11,8249	88,2730
10	1,94	28,2864	28,2864	8,3559	91,0490	14,9659	101,2366
11	2,15	31,9930	31,9930	11,6198	113,9223	18,4764	114,6290
12	2,36	35,8124	35,8124	15,6376	139,6805	22,3564	128,4502
13	2,58	39,7446	39,7446	20,4876	168,4146	26,6060	142,7001
14	2,79	43,7895	43,7895	26,2480	200,2156	31,2251	157,3789
15	3,01	47,9471	47,9471	32,9970	235,1744	36,2137	172,4864
16	3,23	52,2175	52,2175	40,8128	273,3820	41,5719	188,0227
17	3,44	56,6006	56,6006	49,7738	314,9293	47,2996	203,9878
18	3,65	61,0965	61,0965	59,9580	359,9073	53,3968	220,3816
19	3,87	65,7051	65,7051	71,4439	408,4071	59,8635	237,2042
20	4,08	70,4264	70,4264	84,3095	460,5195	66,6998	254,4556
21	4,30	75,2606	75,2606	98,6297	516,3319	73,8464	272,0724

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,21	2,6920	2,6920	-0,0042	-0,0042	0,1421	0,1421
3	0,43	5,4966	5,4966	0,0231	0,0231	0,5685	0,5685
4	0,65	8,4141	8,4141	0,1419	0,1419	1,2791	1,2791
5	0,86	11,4443	11,4443	0,4119	0,4119	2,2740	2,2740
6	1,07	14,5872	14,5872	0,8932	0,8932	3,5532	3,5532
7	1,29	17,8429	17,8429	1,6456	1,6456	5,1165	5,1165
8	1,50	21,2113	21,2113	2,7289	2,7289	6,9642	6,9642
9	1,72	24,6925	24,6925	4,2032	4,2032	9,0961	9,0961
10	1,94	28,2864	28,2864	6,1283	6,1283	11,5122	11,5122
11	2,15	31,9930	31,9930	8,5641	8,5641	14,2126	14,2126
12	2,36	35,8124	35,8124	11,5705	11,5705	17,1973	17,1973
13	2,58	39,7446	39,7446	15,2073	15,2073	20,4662	20,4662
14	2,79	43,7895	43,7895	19,5346	19,5346	24,0193	24,0193
15	3,01	47,9471	47,9471	24,6121	24,6121	27,8567	27,8567
16	3,23	52,2175	52,2175	30,4998	30,4998	31,9784	31,9784
17	3,44	56,6006	56,6006	37,2576	37,2576	36,3843	36,3843
18	3,65	61,0965	61,0965	44,9453	44,9453	41,0744	41,0744
19	3,87	65,7051	65,7051	53,6230	53,6230	46,0488	46,0488
20	4,08	70,4264	70,4264	63,3503	63,3503	51,3075	51,3075
21	4,30	75,2606	75,2606	74,1848	74,1848	56,8049	56,8049



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 327 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

# ALLEGATO 3

## **TABULATI DI CALCOLO MAX 10 – Muro Sottoscarpa Tipo 3**

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 328 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Normativa

#### N.T.C. 2008 - Approccio 1

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_r$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	1,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,35	1,15	1,35	1,00

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

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

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,00

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

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

#### FONDAZIONE SUPERFICIALE

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

Verifica	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10





## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 329 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Resistenza del terreno a valle

1,00

1,00

1,40

Stabilità globale

1,10

### PALI DI FONDAZIONE

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche dei pali

#### Pali trivellati

		R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	1,00	1,70	1,35
Laterale compressione	$\gamma_s$	1,00	1,45	1,15
Totale compressione	$\gamma_t$	1,00	1,60	1,30
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	1,00	1,60	1,25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali  $\gamma_T$  per le verifiche dei pali.

	R1	R2	R3
$\gamma_T$	1,00	1,60	1,30

Coefficienti di riduzione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1  $\xi_3=1,70$   $\xi_4=1,70$



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 330 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Geometria muro e fondazione

#### Descrizione

Altezza del paramento	6,00 [m]
Spessore in sommità	0,50 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,10 [m]
Inclinazione paramento esterno	5,70 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	2,40 [m]

#### Muro a mensola in c.a.

#### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1,50 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	3,90 [m]
Lunghezza totale fondazione	6,50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	1,30 [m]
Spessore magrone	0,10 [m]



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 331 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Descrizione pali di fondazione

Pali in c.a.

Numero di file di pali

3

Vincolo pali/fondazione

Incastro

Tipo di portanza

Portanza laterale e portanza di punta

#### Simbologia adottata

N	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
nr.	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [m]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
alfa	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

N	X	Nr.	D	L	alfa	ALL
1	0,80	1	0,8000	14,00	0,00	Centrati
2	3,25	1	0,8000	14,00	0,00	Centrati
3	5,70	1	0,8000	14,00	0,00	Centrati

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 332 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Materiali utilizzati per la struttura

#### Calcestruzzo

Peso specifico	24,517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	30000 [kPa]
Modulo elastico E	31447048 [kPa]

#### Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

#### Calcestruzzo utilizzato per i pali

Classe di Resistenza	C32/40
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	40000 [kPa]
Modulo elastico E	33642648 [kPa]

#### Acciaio utilizzato per i pali

Tipo	B450C
Tensione ammissibile $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto  
 X ascissa del punto espressa in [m]  
 Y ordinata del punto espressa in [m]  
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	10,00	3,50	19,29
2	17,50	3,50	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]

### Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione	0,00	[m]
---	------	-----

### Descrizione terreni

#### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 333 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

c Coesione espressa in [kPa]  
 c<sub>a</sub> Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	c <sub>a</sub>
Rilevato	20,00	20,00	35,00	23,30	0,0	0,0
Ag	17,00	17,00	40,00	26,70	2,0	2,0
Ala	19,00	19,00	25,00	25,00	2,0	0,0
Salt	20,00	20,50	27,00	27,00	20,0	20,0
Sch	23,00	23,50	27,00	27,00	55,0	55,0
Ecla	19,50	19,50	26,00	26,00	10,0	5,0
Pa	23,00	23,00	33,00	33,00	130,0	0,0

### Parametri medi

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	c <sub>a</sub>
Rilevato	20,00	20,00	35,00	23,30	0,0	0,0
Ag	17,00	17,00	40,00	26,70	2,0	2,0
Ala	19,00	19,00	25,00	25,00	2,0	2,0
Salt	20,00	20,50	27,00	27,00	20,0	20,0
Sch	23,00	23,50	27,00	27,00	55,0	55,0
Ecla	19,50	19,50	26,00	26,00	10,0	5,0
Pa	23,00	23,00	33,00	33,00	130,0	0,0

### Parametri minimi

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	c <sub>a</sub>
Rilevato	20,00	20,00	35,00	23,30	0,0	0,0
Ag	17,00	17,00	40,00	26,67	0,0	0,0
Ala	19,00	19,00	25,00	25,00	0,0	0,0
Salt	20,00	20,50	27,00	27,00	20,0	20,0
Sch	23,00	23,50	27,00	27,00	55,0	55,0
Ecla	19,50	19,50	26,00	26,00	10,0	5,0
Pa	23,00	23,00	33,00	33,00	130,0	0,0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N Indice dello strato  
 H Spessore dello strato 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.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	7,30	0,00	0,01	0,43	Rilevato
2	7,00	0,00	4,40	0,50	Ecla
3	3,00	0,00	11,30	0,50	Salt
4	8,00	0,00	30,00	0,50	Pa



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 334 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Condizioni di carico

#### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$  Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

$M$  Momento espresso in [kNm]

$X_i$  Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

$X_f$  Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m]

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

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

#### Condizione n° 1 (Carico stradale)

D	Profilo	$X_i=10,50$	$X_f=17,20$	$Q_i=60,0000$	$Q_f=20,0000$
D	Profilo	$X_i=10,50$	$X_f=13,00$	$Q_i=9,0000$	$Q_f=9,0000$
D	Profilo	$X_i=13,00$	$X_f=17,20$	$Q_i=2,5000$	$Q_f=2,5000$

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 335 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Descrizione combinazioni di carico

#### Simbologia adottata

$F/S$	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1.00	1,30
Carico stradale	SFAV	1.35	1.00	1.35

#### Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.15	1.00	1.15

#### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1.00	1,00
Carico stradale	SFAV	1.15	1.00	1.15

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

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

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

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

#### Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

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

#### Combinazione n° 7 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

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

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

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

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 336 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

Carico stradale	SFAV	1.00	0.20	0.20
-----------------	------	------	------	------

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Carico stradale	SFAV	1,00	0,20	0,20

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

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

Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Carico stradale	SFAV	1,00	0,75	0,75

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

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





## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 337 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Impostazioni analisi pali

<u>Numero elementi palo</u>	40
<u>Tipo carico palo</u>	Distribuito
<u>Calcolo della portanza</u>	metodo di Berezantzev

Criterio di rottura del sistema terreno-palo  
Pressione limite Brich-Hansen

Andamento pressione verticale  
Geostatica

### Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

#### **Impostazioni verifiche SLU**

##### Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

#### **Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

##### Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Valori limite delle aperture delle fessure

Poco sensibile

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Metodo di calcolo aperture delle fessure

##### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.70 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

#### **Impostazioni avanzate**

Terreno a monte a elevata permeabilità

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 338 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>SCO</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>RIB</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>STAB</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>SCO</sub></b>	<b>CS<sub>RIB</sub></b>	<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	<b>CS<sub>STAB</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	--	--	--	--
2	A2-M2 - [1]	--	--	--	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	2,48
4	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
5	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
6	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	--
7	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	--
8	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,70
9	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,78
10	SLEQ - [1]	--	--	--	--	--
11	SLEF - [1]	--	--	--	--	--
12	SLER - [1]	--	--	--	--	--

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 339 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (esprese in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

#### Tipo di analisi

Calcolo della spinta

Calcolo della stabilità globale

Calcolo della spinta in condizioni di

metodo di Culmann

metodo di Fellenius

Spinta attiva

#### Sisma

##### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g$

2.02 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.39

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )

1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 28.58$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 14.29$

##### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g$

0.00 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )

1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 0.00$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico

Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento)

0,0

Lunghezza del muro

2,40 [m]

Peso muro

324,7323 [kN]

Baricentro del muro

X=0,26 Y=-5,46

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 3,90 Y = -7,30

Punto superiore superficie di spinta

X = 3,90 Y = 1,36

Altezza della superficie di spinta

8,66 [m]

Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)

0,00 [°]

#### COMBINAZIONE n° 1

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica

344,8403 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica

316,7173 [kN]

Componente verticale della spinta statica

136,4000 [kN]

Punto d'applicazione della spinta

X = 3,90 [m] Y = -4,54 [m]

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	340 di 371

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,76	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,90	[m]	Y	=				-7,30
	[m]							

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	521,2350	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,02	[m]	Y	=				-2,65
	[m]							

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	316,7173	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	982,3673	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	982,3673	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	316,7173	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,16	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]						
Risultante in fondazione	1032,1606	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,87	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-156,1970	[kNm]						



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 341 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,30	3,7873	0,0060	0,3418
3	0,60	7,7941	0,1586	1,3673
4	0,90	12,0205	0,6594	3,0764
5	1,20	16,4663	1,7104	5,4691
6	1,50	21,1317	3,5133	8,5455
7	1,80	26,0166	6,2699	12,3056
8	2,10	31,1210	10,1819	16,7492
9	2,40	36,4449	15,4512	21,8765
10	2,70	41,9883	22,2795	27,6875
11	3,00	47,7512	30,8686	34,1821
12	3,30	53,7337	41,4204	41,3604
13	3,60	59,9356	54,1365	49,2222
14	3,90	66,3571	69,2188	57,7678
15	4,20	72,9981	86,8690	66,9969
16	4,50	79,8586	107,2890	76,9097
17	4,80	86,9386	130,6805	87,5062
18	5,10	94,2382	157,2453	98,7863
19	5,40	101,7572	187,1852	110,7500
20	5,70	109,4958	220,7020	123,3974
21	6,00	117,4539	257,9887	136,6191

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 342 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 1

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,5309	0,3231	-13,8135	21,5982
2	0,20	-3,1989	5,7088	-82,0384	49,3674
3	0,40	-17,6564	14,2982	-86,4531	88,2866
4	0,60	-24,2586	30,8376	-0,4052	145,0788
5	0,80	-0,9266	56,3756	0,0000	250,7284
6	1,00	0,0000	88,7459	0,0000	448,2896
7	1,20	0,0000	140,0489	0,0000	670,2180
8	1,50	0,0000	327,6130	0,0000	661,1669
9	2,60	-665,0236	0,0000	-459,5190	93,2104
10	2,85	-542,0178	0,0000	-418,7407	129,2729
11	3,05	-504,0199	0,0000	-298,5192	0,0000
12	3,25	-467,0287	0,0000	-287,6283	0,0000
13	3,45	-412,5499	0,0000	-337,4489	0,0000
14	3,65	-338,8684	0,0000	-463,9567	0,0000
15	3,86	-262,8033	0,0000	-368,8682	0,0000
16	4,06	-209,0646	0,0000	-287,9925	0,0000
17	4,27	-164,2956	0,0000	-223,9718	0,0000
18	4,47	-126,6000	0,0000	-167,7833	0,0000
19	4,68	-96,6388	0,0000	-128,9534	0,0000
20	4,89	-74,1938	0,0000	-98,4175	0,0000
21	5,09	-58,0708	0,0000	-76,0733	52,1670
22	5,30	-56,9205	0,0000	-63,5722	125,4093
23	5,50	-64,3677	0,0000	-59,5144	24,9103
24	5,70	-59,8608	0,0000	-59,6641	0,0000
25	5,90	-47,1639	0,0000	-110,8691	0,0000
26	6,10	-23,2295	0,0000	-195,3455	0,0000
27	6,30	-5,4935	0,0000	-104,5729	0,0000
28	6,50	0,0000	0,8504	-18,7257	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,1898	1,9750	-11,9935	92,3882
2	0,27	-5,7877	9,9433	-66,3992	117,7266
3	0,53	-20,9029	7,5253	-171,6306	114,6467
4	0,80	-45,1517	0,0000	-295,1948	98,0149
5	1,00	-67,4354	0,0000	-135,9719	65,6040
6	1,20	-74,0733	0,0000	-38,9538	38,9538
7	1,40	-67,4354	0,0000	-65,6040	135,9719
8	1,60	-45,1517	0,0000	-98,0149	295,1948
9	1,87	-20,9029	7,5253	-114,6467	171,6306
10	2,13	-5,7877	9,9433	-117,7266	66,3992
11	2,40	-0,1898	1,9750	-92,3882	11,9935

#### COMBINAZIONE n° 2

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	343 di 371

Valore della spinta statica	363,3185	[kN]						
Componente orizzontale della spinta statica	343,5026	[kN]						
Componente verticale della spinta statica	118,3485	[kN]						
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,90	[m]				Y	=	-4,44
	[m]							
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48,88	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,90	[m]				Y	=	-7,30
	[m]							
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	521,2350	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,02	[m]				Y	=	-2,65
	[m]							

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	343,5026	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	964,3158	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	964,3158	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	343,5026	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,01	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]						
Risultante in fondazione	1023,6694	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,61	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	11,8442	[kNm]						



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 344 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 2

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,30	3,7873	0,0078	0,3595
3	0,60	7,7941	0,1727	1,4380
4	0,90	12,0205	0,7072	3,2354
5	1,20	16,4663	1,8235	5,7519
6	1,50	21,1317	3,7342	8,9873
7	1,80	26,0166	6,6516	12,9418
8	2,10	31,1210	10,7881	17,6152
9	2,40	36,4449	16,3560	23,0076
10	2,70	41,9883	23,5678	29,1190
11	3,00	47,7512	32,6359	35,9493
12	3,30	53,7337	43,7725	43,4987
13	3,60	59,9356	57,1902	51,7670
14	3,90	66,3571	73,1014	60,7544
15	4,20	72,9981	91,7183	70,4607
16	4,50	79,8586	113,2534	80,8860
17	4,80	86,9386	137,9191	92,0303
18	5,10	94,2382	165,9277	103,8936
19	5,40	101,7572	197,4917	116,4758
20	5,70	109,4958	232,8234	129,7771
21	6,00	117,4539	272,1261	143,6823





## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 345 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 2

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,5876	0,3424	-14,8653	23,5507
2	0,20	-3,4361	6,2642	-88,6722	54,3228
3	0,40	-19,0083	15,7849	-93,0744	97,2507
4	0,60	-25,9140	34,0741	-0,2638	159,7940
5	0,80	-0,1162	62,2731	0,0000	275,5375
6	1,00	0,0000	98,0234	0,0000	490,9806
7	1,20	0,0000	154,4873	0,0000	733,0953
8	1,50	0,0000	359,8415	0,0000	724,0415
9	2,60	-494,4335	0,0000	-347,9145	186,6234
10	2,85	-398,5563	0,0000	-316,1866	219,4370
11	3,05	-379,7853	0,0000	-207,5574	15,6149
12	3,25	-359,8174	0,0000	-203,9792	0,0000
13	3,45	-321,3941	0,0000	-254,7960	0,0000
14	3,65	-262,7924	0,0000	-389,5193	0,0000
15	3,86	-200,5262	0,0000	-305,6249	0,0000
16	4,06	-158,3224	0,0000	-233,7718	0,0000
17	4,27	-123,9217	0,0000	-178,7402	0,0000
18	4,47	-94,9519	0,0000	-131,5970	0,0000
19	4,68	-72,0801	0,0000	-97,7965	0,0000
20	4,89	-55,2114	0,0000	-73,4658	0,0000
21	5,09	-43,3617	0,0000	-55,8451	48,8485
22	5,30	-43,1974	0,0000	-46,3821	109,9205
23	5,50	-50,4723	0,0000	-43,9819	23,8046
24	5,70	-47,6792	0,0000	-45,1170	0,0000
25	5,90	-37,9272	0,0000	-87,5077	0,0000
26	6,10	-18,7023	0,0000	-158,9856	0,0000
27	6,30	-4,4418	0,0625	-85,2883	0,0000
28	6,50	0,0000	0,6849	-15,1374	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,2233	1,6043	-10,3826	100,3690
2	0,27	-5,0063	10,8129	-72,4457	128,0441
3	0,53	-17,6140	8,1850	-187,0457	124,9937
4	0,80	-37,8033	0,0000	-322,9015	106,7965
5	1,00	-59,4504	0,0000	-149,8017	71,4578
6	1,20	-66,8515	0,0000	-44,1780	44,1780
7	1,40	-59,4504	0,0000	-71,4578	149,8017
8	1,60	-37,8033	0,0000	-106,7965	322,9015
9	1,87	-17,6140	8,1850	-124,9937	187,0457
10	2,13	-5,0063	10,8129	-128,0441	72,4457
11	2,40	-0,2233	1,6043	-100,3690	10,3826

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 346 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 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 [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

#### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

#### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,64 Y[m]= 5,75

Raggio del cerchio R[m]= 13,82

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8,67

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 13,01

Larghezza della striscia dx[m]= 0,87

Coefficiente di sicurezza C= 2.48

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	82,5488	73.94	79,3257	0,0307	29.26	0	0
2	129,0000	63.56	115,5116	0,0191	29.26	0	0
3	152,9271	56.28	127,2037	0,0153	29.26	0	0
4	113,3134	50.23	87,0970	0,0133	29.26	0	0
5	125,1472	44.88	88,3108	0,0120	29.26	0	0
6	133,6825	40.00	85,9248	0,0111	29.26	0	0
7	140,0810	35.44	81,2322	0,0104	29.26	0	0
8	144,7127	31.14	74,8254	0,0099	29.26	0	0
9	147,8260	27.02	67,1494	0,0095	29.26	0	0
10	149,5953	23.04	58,5579	0,0092	29.26	0	0
11	152,6788	19.19	50,1773	0,0090	25.50	4	0
12	154,5694	15.42	41,0932	0,0088	21.32	8	3
13	152,8619	11.72	31,0416	0,0087	21.32	8	5
14	150,1679	8.06	21,0665	0,0086	21.32	8	6
15	146,5826	4.45	11,3608	0,0085	21.32	8	7
16	151,5610	0.84	2,2315	0,0085	21.32	8	7
17	53,5002	-2.75	-2,5711	0,0085	21.32	8	7
18	47,8453	-6.36	-5,3031	0,0086	21.32	8	7
19	40,5192	-10.00	-7,0350	0,0086	21.32	8	5
20	37,4425	-13.67	-8,8516	0,0088	21.32	8	4
21	33,3592	-17.41	-9,9809	0,0089	21.59	8	1
22	28,1357	-21.22	-10,1848	0,0091	29.26	0	0
23	21,6865	-25.14	-9,2122	0,0094	29.26	0	0
24	13,9576	-29.18	-6,8057	0,0097	29.26	0	0
25	4,7994	-33.40	-2,6417	0,0102	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 2508,5014$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 959,5232$  [kN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 1000,3673$  [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 73,7907$  [kN]

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 347 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	239,4283	[kN]					
Componente orizzontale della spinta statica	219,9021	[kN]					
Componente verticale della spinta statica	94,7048	[kN]					
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,90	[m]	Y	=			-4,41
	[m]						
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]					
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54,57	[°]					
Incremento sismico della spinta	297,0412	[kN]					
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,90	[m]	Y	=			-2,97
	[m]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	42,38	[°]					
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,90	[m]	Y	=			-7,30
	[m]						
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	521,2350	[kN]					
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,02	[m]	Y	=			-2,65
	[m]						
Inerzia del muro	92,8052	[kN]					
Inerzia verticale del muro	46,4026	[kN]					
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	148,9636	[kN]					
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	74,4818	[kN]					

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	734,4872	[kN]					
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1179,0498	[kN]					
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1179,0498	[kN]					
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	734,4872	[kN]					
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,12	[m]					
Lunghezza fondazione reagente	6,39	[m]					
Risultante in fondazione	1389,1112	[kN]					
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	31,92	[°]					
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1320,5584	[kNm]					



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 348 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,30	3,7873	1,4731	10,1069
3	0,60	7,7941	6,0081	20,8024
4	0,90	12,0205	13,7781	32,0865
5	1,20	16,4663	24,9565	43,9592
6	1,50	21,1317	39,7166	56,4206
7	1,80	26,0166	58,2315	69,4705
8	2,10	31,1210	80,6746	83,1091
9	2,40	36,4449	107,2192	97,3363
10	2,70	41,9883	138,0385	112,1521
11	3,00	47,7512	173,3059	127,5565
12	3,30	53,7337	213,1945	143,5495
13	3,60	59,9356	257,8777	160,1311
14	3,90	66,3571	307,5287	177,3014
15	4,20	72,9981	362,3209	195,0602
16	4,50	79,8586	422,4274	213,4077
17	4,80	86,9386	488,0216	232,3438
18	5,10	94,2382	559,2768	251,8685
19	5,40	101,7572	636,3662	271,9818
20	5,70	109,4958	719,4630	292,6837
21	6,00	117,4539	808,7339	313,8901

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 349 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Inviluppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 4

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-1,3100	0,5893	-28,1943	48,4279
2	0,20	-6,4609	13,3472	-173,2269	117,5047
3	0,40	-36,2489	34,7439	-177,5540	211,5633
4	0,60	-47,0252	75,3476	0,0000	347,3757
5	0,80	0,0000	137,4809	0,0000	591,7142
6	1,00	0,0000	216,3358	0,0000	1035,3549
7	1,20	0,0000	338,6128	0,0000	1534,9281
8	1,50	0,0000	770,8355	0,0000	1525,8591
9	2,60	-1370,9298	0,0000	-601,3659	17,0329
10	2,85	-1213,0322	0,0000	-567,0359	31,8437
11	3,05	-1154,4465	0,0000	-469,7407	0,0000
12	3,25	-1085,5100	0,0000	-475,2117	0,0000
13	3,45	-993,1625	0,0000	-565,0093	0,0000
14	3,65	-875,0742	0,0000	-730,3080	0,0000
15	3,86	-747,1875	0,0000	-630,1782	0,0000
16	4,06	-641,6545	0,0000	-551,8345	0,0000
17	4,27	-543,6224	0,0000	-495,3589	0,0000
18	4,47	-452,4066	0,0000	-450,2126	0,0000
19	4,68	-368,1263	0,0000	-410,6953	0,0000
20	4,89	-291,0269	0,0000	-378,0544	0,0000
21	5,09	-221,7308	0,0000	-351,4081	0,0000
22	5,30	-160,9359	0,0000	-331,2970	0,0000
23	5,50	-110,8399	0,0000	-261,3606	0,0000
24	5,70	-69,9363	0,0000	-195,7057	0,0000
25	5,90	-38,5858	0,0000	-141,1577	0,0000
26	6,10	-16,6504	0,0000	-93,0819	0,0000
27	6,30	-3,8822	0,0000	-47,5793	0,0000
28	6,50	0,0000	0,7091	-7,6667	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,6508	1,5243	-3,2432	202,5393
2	0,27	-1,5238	21,9028	-149,4333	259,7270
3	0,53	-21,7608	16,5991	-383,5294	256,8352
4	0,80	-72,8697	9,2315	-656,6103	218,7377
5	1,00	-121,2286	14,4248	-328,7492	146,0903
6	1,20	-136,3196	16,0848	-113,3808	113,3808
7	1,40	-121,2286	14,4248	-146,0903	328,7492
8	1,60	-72,8697	9,2315	-218,7377	656,6103
9	1,87	-21,7608	16,5991	-256,8352	383,5294
10	2,13	-1,5238	21,9028	-259,7270	149,4333
11	2,40	-0,6508	1,5243	-202,5393	3,2432

#### COMBINAZIONE n° 5

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	350 di 371

Valore della spinta statica	239,4283	[kN]						
Componente orizzontale della spinta statica	219,9021	[kN]						
Componente verticale della spinta statica	94,7048	[kN]						
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,90	[m]				Y	=	-4,41
	[m]							
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54,57	[°]						
Incremento sismico della spinta	260,9124	[kN]						
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,90	[m]				Y	=	-2,97
	[m]							
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	38,13	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,90	[m]				Y	=	-7,30
	[m]							
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	521,2350	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,02	[m]				Y	=	-2,65
	[m]							
Inerzia del muro	92,8052	[kN]						
Inerzia verticale del muro	-46,4026	[kN]						
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	148,9636	[kN]						
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-74,4818	[kN]						
<b><u>Risultanti</u></b>								
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	701,3048	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	922,9905	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	922,9905	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	701,3048	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,51	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	5,23	[m]						
Risultante in fondazione	1159,1979	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	37,23	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1390,7638	[kNm]						



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 351 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 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 kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,30	3,7873	1,4822	10,1671
3	0,60	7,7941	6,0442	20,9227
4	0,90	12,0205	13,8594	32,2670
5	1,20	16,4663	25,1009	44,1999
6	1,50	21,1317	39,9422	56,7214
7	1,80	26,0166	58,5564	69,8315
8	2,10	31,1210	81,1169	83,5303
9	2,40	36,4449	107,7968	97,8176
10	2,70	41,9883	138,7696	112,6936
11	3,00	47,7512	174,2084	128,1581
12	3,30	53,7337	214,2866	144,2113
13	3,60	59,9356	259,1773	160,8531
14	3,90	66,3571	309,0540	178,0835
15	4,20	72,9981	364,0898	195,9026
16	4,50	79,8586	424,4581	214,3102
17	4,80	86,9386	490,3321	233,3065
18	5,10	94,2382	561,8851	252,8913
19	5,40	101,7572	639,2903	273,0648
20	5,70	109,4958	722,7211	293,8269
21	6,00	117,4539	812,3440	315,0935

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 352 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 5

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-1,1765	0,5437	-25,7362	43,8303
2	0,20	-5,9017	12,0378	-157,5987	105,8253
3	0,40	-33,0617	31,2390	-161,9336	190,4310
4	0,60	-43,1224	67,7175	0,0000	312,7032
5	0,80	0,0000	123,5776	0,0000	533,2774
6	1,00	0,0000	194,4639	0,0000	934,7218
7	1,20	0,0000	304,5744	0,0000	1386,6976
8	1,50	0,0000	694,8569	0,0000	1377,6301
9	2,60	-1677,2976	0,0000	-708,4926	0,0000
10	2,85	-1497,1091	0,0000	-672,6157	0,0000
11	3,05	-1406,5383	0,0000	-598,7593	0,0000
12	3,25	-1306,8263	0,0000	-597,1993	0,0000
13	3,45	-1190,3204	0,0000	-667,6857	0,0000
14	3,65	-1055,1416	0,0000	-788,3716	0,0000
15	3,86	-912,1257	0,0000	-700,8294	0,0000
16	4,06	-787,7028	0,0000	-632,8698	0,0000
17	4,27	-670,5312	0,0000	-582,2820	0,0000
18	4,47	-560,3480	0,0000	-541,1155	0,0000
19	4,68	-458,5055	0,0000	-508,5546	0,0000
20	4,89	-363,7202	0,0000	-483,8426	0,0000
21	5,09	-275,0172	0,0000	-469,5104	0,0000
22	5,30	-198,4849	0,0000	-467,5385	0,0000
23	5,50	-135,2451	0,0000	-356,5946	0,0000
24	5,70	-83,8509	0,0000	-255,2220	0,0000
25	5,90	-45,0532	0,0000	-179,4998	0,0000
26	6,10	-18,5194	0,0000	-117,0225	0,0000
27	6,30	-4,7022	0,0000	-59,4627	0,0000
28	6,50	0,0000	0,7446	-11,2391	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,5718	1,3933	-2,9359	183,6272
2	0,27	-1,9855	19,8527	-135,2088	235,3763
3	0,53	-19,6993	15,0436	-347,2128	232,4693
4	0,80	-66,0026	23,8320	-595,7694	198,0467
5	1,00	-109,8080	36,9234	-295,4684	132,2946
6	1,20	-123,4774	40,7591	-100,3879	100,3879
7	1,40	-109,8080	36,9234	-132,2946	295,4684
8	1,60	-66,0026	23,8320	-198,0467	595,7694
9	1,87	-19,6993	15,0436	-232,4693	347,2128
10	2,13	-1,9855	19,8527	-235,3763	135,2088
11	2,40	-0,5718	1,3933	-183,6272	2,9359

#### COMBINAZIONE n° 6



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	353 di 371

Valore della spinta statica	311,7231	[kN]						
Componente orizzontale della spinta statica	294,7212	[kN]						
Componente verticale della spinta statica	101,5416	[kN]						
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,90	[m]				Y	=	-4,37
	[m]							
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,13	[°]						
Incremento sismico della spinta	347,2018	[kN]						
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,90	[m]				Y	=	-2,97
	[m]							
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	38,44	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,90	[m]				Y	=	-7,30
	[m]							
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	521,2350	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,02	[m]				Y	=	-2,65
	[m]							
Inerzia del muro	92,8052	[kN]						
Inerzia verticale del muro	46,4026	[kN]						
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	148,9636	[kN]						
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	74,4818	[kN]						
<b><u>Risultanti</u></b>								
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	864,7548	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1181,4918	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1181,4918	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	864,7548	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,51	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	5,22	[m]						
Risultante in fondazione	1464,1461	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	36,20	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1781,7447	[kNm]						



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 354 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### 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 kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,30	3,7873	1,9604	13,3875
3	0,60	7,7941	7,9958	27,5568
4	0,90	12,0205	18,3373	42,5077
5	1,20	16,4663	33,2163	58,2404
6	1,50	21,1317	52,8638	74,7548
7	1,80	26,0166	77,5111	92,0510
8	2,10	31,1210	107,3895	110,1288
9	2,40	36,4449	142,7300	128,9884
10	2,70	41,9883	183,7640	148,6297
11	3,00	47,7512	230,7226	169,0527
12	3,30	53,7337	283,8370	190,2575
13	3,60	59,9356	343,3385	212,2439
14	3,90	66,3571	409,4583	235,0121
15	4,20	72,9981	482,4275	258,5620
16	4,50	79,8586	562,4773	282,8937
17	4,80	86,9386	649,8391	308,0070
18	5,10	94,2382	744,7440	333,9021
19	5,40	101,7572	847,4231	360,5789
20	5,70	109,4958	958,1078	388,0374
21	6,00	117,4539	1077,0199	416,1626

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 355 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 6

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-1,5209	0,6614	-32,0733	55,6874
2	0,20	-7,3439	15,4149	-197,9043	135,9475
3	0,40	-41,2818	40,2784	-202,2217	244,9336
4	0,60	-53,1880	87,3962	0,0000	402,1256
5	0,80	0,0000	159,4358	0,0000	683,9875
6	1,00	0,0000	250,8739	0,0000	1194,2649
7	1,20	0,0000	392,3633	0,0000	1769,0003
8	1,50	0,0000	890,8141	0,0000	1759,9294
9	2,60	-1757,2206	0,0000	-718,0099	0,0000
10	2,85	-1571,8187	0,0000	-682,7929	0,0000
11	3,05	-1490,6548	0,0000	-595,6809	0,0000
12	3,25	-1396,3336	0,0000	-602,3297	0,0000
13	3,45	-1278,7420	0,0000	-698,4772	0,0000
14	3,65	-1135,4676	0,0000	-862,9313	0,0000
15	3,86	-981,2567	0,0000	-761,3989	0,0000
16	4,06	-848,9580	0,0000	-683,7206	0,0000
17	4,27	-723,9664	0,0000	-628,3916	0,0000
18	4,47	-605,9710	0,0000	-585,0655	0,0000
19	4,68	-496,4703	0,0000	-552,4805	0,0000
20	4,89	-394,2008	0,0000	-529,8620	0,0000
21	5,09	-297,9487	0,0000	-520,1303	0,0000
22	5,30	-214,7615	0,0000	-525,1964	0,0000
23	5,50	-145,9688	0,0000	-396,8167	0,0000
24	5,70	-90,1433	0,0000	-280,4607	0,0000
25	5,90	-48,1796	0,0000	-195,7348	0,0000
26	6,10	-19,6619	0,0000	-127,3082	0,0000
27	6,30	-5,0773	0,0000	-64,3817	0,0000
28	6,50	0,0000	0,7814	-11,9927	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,7756	1,6003	-3,7281	232,4120
2	0,27	-2,7287	25,1402	-171,8925	298,1821
3	0,53	-25,0160	19,0554	-440,8748	295,3089
4	0,80	-83,7135	28,9070	-752,7013	251,4097
5	1,00	-139,2631	44,9036	-381,3917	167,8749
6	1,20	-156,5990	49,5934	-133,9862	133,9862
7	1,40	-139,2631	44,9036	-167,8749	381,3917
8	1,60	-83,7135	28,9070	-251,4097	752,7013
9	1,87	-25,0160	19,0554	-295,3089	440,8748
10	2,13	-2,7287	25,1402	-298,1821	171,8925
11	2,40	-0,7756	1,6003	-232,4120	3,7281

#### COMBINAZIONE n° 7

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	356 di 371

Valore della spinta statica	311,7231	[kN]							
Componente orizzontale della spinta statica	294,7212	[kN]							
Componente verticale della spinta statica	101,5416	[kN]							
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,90	[m]				Y	=	-4,37	
	[m]								
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,01	[°]							
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,13	[°]							
Incremento sismico della spinta	298,4806	[kN]							
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 3,90	[m]				Y	=	-2,97	
	[m]								
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	31,69	[°]							
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,90	[m]				Y	=	-7,30	
	[m]								
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	521,2350	[kN]							
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,02	[m]				Y	=	-2,65	
	[m]								
Inerzia del muro	92,8052	[kN]							
Inerzia verticale del muro	-46,4026	[kN]							
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	148,9636	[kN]							
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-74,4818	[kN]							
<b><u>Risultanti</u></b>									
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	818,6909	[kN]							
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	923,8525	[kN]							
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	923,8525	[kN]							
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	818,6909	[kN]							
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,95	[m]							
Lunghezza fondazione reagente	3,90	[m]							
Risultante in fondazione	1234,4061	[kN]							
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	41,55	[°]							
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1801,2751	[kNm]							



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 357 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,30	3,7873	1,9199	13,1174
3	0,60	7,7941	7,8337	27,0165
4	0,90	12,0205	17,9727	41,6974
5	1,20	16,4663	32,5680	57,1600
6	1,50	21,1317	51,8509	73,4043
7	1,80	26,0166	76,0525	90,4303
8	2,10	31,1210	105,4041	108,2380
9	2,40	36,4449	140,1369	126,8275
10	2,70	41,9883	180,4820	146,1986
11	3,00	47,7512	226,6708	166,3516
12	3,30	53,7337	278,9344	187,2862
13	3,60	59,9356	337,5040	209,0025
14	3,90	66,3571	402,6108	231,5006
15	4,20	72,9981	474,4860	254,7804
16	4,50	79,8586	553,3609	278,8419
17	4,80	86,9386	639,4666	303,6851
18	5,10	94,2382	733,0343	329,3101
19	5,40	101,7572	834,2954	355,7167
20	5,70	109,4958	943,4809	382,9051
21	6,00	117,4539	1060,8128	410,7602

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 358 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 7

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-1,3642	0,6078	-29,1902	50,2912
2	0,20	-6,6876	13,8779	-179,5609	122,2384
3	0,40	-37,5407	36,1644	-183,8853	220,1284
4	0,60	-48,6070	78,4401	0,0000	361,4285
5	0,80	0,0000	143,1161	0,0000	615,3983
6	1,00	0,0000	225,2006	0,0000	1076,1422
7	1,20	0,0000	352,4089	0,0000	1595,0071
8	1,50	0,0000	801,6302	0,0000	1585,9375
9	2,60	-2023,9103	0,0000	-813,1039	0,0000
10	2,85	-1819,0401	0,0000	-776,6805	0,0000
11	3,05	-1708,1378	0,0000	-711,8990	0,0000
12	3,25	-1585,5937	0,0000	-711,3634	0,0000
13	3,45	-1446,4154	0,0000	-785,9418	0,0000
14	3,65	-1288,6523	0,0000	-906,4382	0,0000
15	3,86	-1122,0457	0,0000	-818,4360	0,0000
16	4,06	-973,6184	0,0000	-751,1186	0,0000
17	4,27	-833,0832	0,0000	-701,5781	0,0000
18	4,47	-701,0325	0,0000	-663,1847	0,0000
19	4,68	-576,5142	0,0000	-636,6646	0,0000
20	4,89	-458,4462	0,0000	-620,0395	0,0000
21	5,09	-345,3908	0,0000	-620,9220	0,0000
22	5,30	-246,7553	0,0000	-641,0714	0,0000
23	5,50	-166,7480	0,0000	-477,3403	0,0000
24	5,70	-101,9715	0,0000	-330,6313	0,0000
25	5,90	-53,6557	0,0000	-227,9910	0,0000
26	6,10	-21,2189	0,0000	-147,7034	10,6807
27	6,30	-6,1010	0,0000	-74,3356	7,1739
28	6,50	0,0000	0,8094	-13,6999	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,6828	1,4669	-3,3677	210,2058
2	0,27	-3,1152	22,7338	-155,1982	269,5969
3	0,53	-22,5963	19,9852	-398,2484	266,7104
4	0,80	-75,6529	41,9251	-681,2722	227,1237
5	1,00	-125,8575	64,2629	-342,2518	151,6818
6	1,20	-141,5247	70,8160	-118,6604	118,6604
7	1,40	-125,8575	64,2629	-151,6818	342,2518
8	1,60	-75,6529	41,9251	-227,1237	681,2722
9	1,87	-22,5963	19,9852	-266,7104	398,2484
10	2,13	-3,1152	22,7338	-269,5969	155,1982
11	2,40	-0,6828	1,4669	-210,2058	3,3677

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 359 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -5,75 Y[m]= 5,75

Raggio del cerchio R[m]= 16,24

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -17,47

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 10,33

Larghezza della striscia dx[m]= 1,11

Coefficiente di sicurezza C= 1.70

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	42,5980	74.55	41,0579	0,0409	29.26	0	0
2	103,2646	62.94	91,9620	0,0240	29.26	0	0
3	136,5990	55.19	112,1483	0,0191	29.26	0	0
4	159,8344	48.77	120,2030	0,0165	29.26	0	0
5	176,8596	43.10	120,8464	0,0149	29.26	0	0
6	190,8124	37.92	117,2777	0,0138	27.66	2	0
7	204,7234	33.09	111,7802	0,0130	21.32	8	5
8	210,5267	28.52	100,5093	0,0124	21.32	8	12
9	213,8637	24.13	87,4380	0,0119	21.32	8	17
10	228,8604	19.89	77,8796	0,0116	21.32	8	22
11	111,6089	15.77	30,3292	0,0113	21.32	8	25
12	105,8485	11.72	21,5088	0,0111	21.32	8	28
13	105,6097	7.74	14,2220	0,0110	21.32	8	30
14	108,0472	3.79	7,1452	0,0109	21.32	8	31
15	108,8173	-0.14	-0,2616	0,0109	21.32	8	31
16	107,9309	-4.07	-7,6565	0,0109	21.32	8	31
17	105,3753	-8.02	-14,6972	0,0110	21.32	8	30
18	101,1131	-12.01	-21,0328	0,0111	21.32	8	28
19	95,0796	-16.05	-26,2947	0,0113	21.32	8	25
20	87,1770	-20.19	-30,0850	0,0116	21.32	8	21
21	77,2660	-24.43	-31,9618	0,0120	21.32	8	17
22	65,1515	-28.83	-31,4180	0,0124	21.32	8	11
23	50,5581	-33.42	-27,8484	0,0131	21.32	8	5
24	32,9057	-38.28	-20,3831	0,0139	28.18	1	0
25	11,4265	-43.48	-7,8627	0,0150	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 2941,8574$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 834,8057$  [kN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 1067,0749$  [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 165,1876$  [kN]

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 360 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -5,75 Y[m]= 5,75

Raggio del cerchio R[m]= 16,24

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -17,47

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 10,33

Larghezza della striscia dx[m]= 1,11

Coefficiente di sicurezza C= 1.78

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	42,5980	74.55	41,0579	0,0409	29.26	0	0
2	103,2646	62.94	91,9620	0,0240	29.26	0	0
3	136,5990	55.19	112,1483	0,0191	29.26	0	0
4	159,8344	48.77	120,2030	0,0165	29.26	0	0
5	176,8596	43.10	120,8464	0,0149	29.26	0	0
6	190,8124	37.92	117,2777	0,0138	27.66	2	0
7	204,7234	33.09	111,7802	0,0130	21.32	8	5
8	210,5267	28.52	100,5093	0,0124	21.32	8	12
9	213,8637	24.13	87,4380	0,0119	21.32	8	17
10	228,8604	19.89	77,8796	0,0116	21.32	8	22
11	111,6089	15.77	30,3292	0,0113	21.32	8	25
12	105,8485	11.72	21,5088	0,0111	21.32	8	28
13	105,6097	7.74	14,2220	0,0110	21.32	8	30
14	108,0472	3.79	7,1452	0,0109	21.32	8	31
15	108,8173	-0.14	-0,2616	0,0109	21.32	8	31
16	107,9309	-4.07	-7,6565	0,0109	21.32	8	31
17	105,3753	-8.02	-14,6972	0,0110	21.32	8	30
18	101,1131	-12.01	-21,0328	0,0111	21.32	8	28
19	95,0796	-16.05	-26,2947	0,0113	21.32	8	25
20	87,1770	-20.19	-30,0850	0,0116	21.32	8	21
21	77,2660	-24.43	-31,9618	0,0120	21.32	8	17
22	65,1515	-28.83	-31,4180	0,0124	21.32	8	11
23	50,5581	-33.42	-27,8484	0,0131	21.32	8	5
24	32,9057	-38.28	-20,3831	0,0139	28.18	1	0
25	11,4265	-43.48	-7,8627	0,0150	29.26	0	0

$\Sigma W_i = 2941,8574$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 834,8057$  [kN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 1067,0749$  [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 165,1876$  [kN]



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 361 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	235,2761	[kN]					
Componente orizzontale della spinta statica	216,0885	[kN]					
Componente verticale della spinta statica	93,0624	[kN]					
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,90	[m]	Y	=			-4,38
		[m]					
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]					
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,88	[°]					
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,90	[m]	Y	=			-7,30
		[m]					
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	521,2350	[kN]					
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,02	[m]	Y	=			-2,65
		[m]					

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	216,0885	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	939,0297	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	939,0297	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	216,0885	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,27	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	963,5721	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12,96	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-257,5429	[kNm]



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 362 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,30	3,7873	-0,0019	0,2629
3	0,60	7,7941	0,0955	1,0518
4	0,90	12,0205	0,4465	2,3665
5	1,20	16,4663	1,2056	4,2070
6	1,50	21,1317	2,5273	6,5735
7	1,80	26,0166	4,5660	9,4658
8	2,10	31,1210	7,4763	12,8840
9	2,40	36,4449	11,4124	16,8281
10	2,70	41,9883	16,5290	21,2981
11	3,00	47,7512	22,9804	26,2939
12	3,30	53,7337	30,9212	31,8157
13	3,60	59,9356	40,5057	37,8633
14	3,90	66,3571	51,8884	44,4367
15	4,20	72,9981	65,2238	51,5361
16	4,50	79,8586	80,6664	59,1613
17	4,80	86,9386	98,3705	67,3125
18	5,10	94,2382	118,4907	75,9895
19	5,40	101,7572	141,1814	85,1923
20	5,70	109,4958	166,5970	94,9211
21	6,00	117,4539	194,8853	105,0916

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 363 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 10

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,4270	0,2876	-11,8770	18,0131
2	0,20	-2,7636	4,6895	-69,8607	40,2718
3	0,40	-15,1752	11,5698	-76,6979	71,8349
4	0,60	-21,2204	24,8978	-0,7401	118,0667
5	0,80	-2,4138	45,5522	0,0000	205,1799
6	1,00	0,0000	71,7191	0,0000	369,9372
7	1,20	0,0000	113,5508	0,0000	554,8212
8	1,50	0,0000	268,4654	0,0000	545,7767
9	2,60	-250,9482	0,0000	-275,1465	255,3814
10	2,85	-172,3635	0,0000	-245,0815	289,4609
11	3,05	-166,5281	0,0000	-132,0607	85,4945
12	3,25	-161,5810	0,0000	-125,8408	1,2229
13	3,45	-138,6886	0,0000	-160,7637	0,0000
14	3,65	-96,2277	0,0000	-299,1107	0,0000
15	3,86	-51,4656	0,0000	-220,1444	0,0000
16	4,06	-27,1620	0,0000	-148,8553	0,0000
17	4,27	-9,6214	5,3846	-93,6818	0,0000
18	4,47	0,0000	19,4483	-46,9839	0,0000
19	4,68	0,0000	26,2977	-16,6838	21,3731
20	4,89	0,0000	25,4825	0,0000	78,2329
21	5,09	0,0000	15,3574	0,0000	154,9167
22	5,30	-13,1455	0,0000	0,0000	237,4780
23	5,50	-37,1673	0,0000	0,0000	117,4547
24	5,70	-44,9160	0,0000	-7,4979	41,1739
25	5,90	-40,6089	0,0000	-53,8604	6,6190
26	6,10	-20,7683	0,0000	-185,0239	0,0000
27	6,30	-5,0059	1,0501	-102,6181	0,0000
28	6,50	0,0000	0,7190	-16,9814	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,1282	1,7962	-13,8590	80,4790
2	0,27	-6,7236	8,3473	-63,6508	110,5673
3	0,53	-23,6328	6,3303	-147,1290	110,6785
4	0,80	-50,6044	0,0000	-247,6985	81,8944
5	1,00	-75,6076	0,0000	-116,6884	63,3840
6	1,20	-83,0723	0,0000	-37,8537	37,8537
7	1,40	-75,6076	0,0000	-63,3840	116,6884
8	1,60	-50,6044	0,0000	-81,8944	247,6985
9	1,87	-23,6328	6,3303	-110,6785	147,1290
10	2,13	-6,7236	8,3473	-110,5673	63,6508
11	2,40	-0,1282	1,7962	-80,4790	13,8590

#### COMBINAZIONE n° 11

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	364 di 371

Valore della spinta statica	255,4304	[kN]						
Componente orizzontale della spinta statica	234,5991	[kN]						
Componente verticale della spinta statica	101,0343	[kN]						
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,90	[m]				Y	=	-4,51
	[m]							
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,45	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,90	[m]				Y	=	-7,30
	[m]							
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	521,2350	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,02	[m]				Y	=	-2,65
	[m]							

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	234,5991	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	947,0017	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	947,0017	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	234,5991	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,27	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]						
Risultante in fondazione	975,6274	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,91	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-258,8751	[kNm]						



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 365 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,30	3,7873	-0,0019	0,2629
3	0,60	7,7941	0,0955	1,0518
4	0,90	12,0205	0,4465	2,3665
5	1,20	16,4663	1,2056	4,2070
6	1,50	21,1317	2,5273	6,5735
7	1,80	26,0166	4,5660	9,4658
8	2,10	31,1210	7,4763	12,8840
9	2,40	36,4449	11,4124	16,8281
10	2,70	41,9883	16,5290	21,2981
11	3,00	47,7512	22,9804	26,2939
12	3,30	53,7337	30,9212	31,8157
13	3,60	59,9356	40,5057	37,8633
14	3,90	66,3571	51,8884	44,4367
15	4,20	72,9981	65,2238	51,5361
16	4,50	79,8586	80,6664	59,1613
17	4,80	86,9386	98,3705	67,3125
18	5,10	94,2382	118,4907	75,9895
19	5,40	101,7572	141,1814	85,1923
20	5,70	109,4958	166,5970	94,9211
21	6,00	117,4539	194,8853	105,0916

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 366 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 11

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,4397	0,2919	-12,1146	18,4521
2	0,20	-2,8169	4,8143	-71,3516	41,3853
3	0,40	-15,4789	11,9037	-77,7863	73,8487
4	0,60	-21,5923	25,6249	-0,6926	121,3737
5	0,80	-2,2318	46,8770	0,0000	210,7569
6	1,00	0,0000	73,8033	0,0000	379,5284
7	1,20	0,0000	116,7943	0,0000	568,9466
8	1,50	0,0000	275,7054	0,0000	559,9012
9	2,60	-257,3195	0,0000	-276,6274	257,7702
10	2,85	-178,2958	0,0000	-246,5608	291,8554
11	3,05	-172,5208	0,0000	-133,1581	85,9617
12	3,25	-167,4822	0,0000	-127,2818	1,1453
13	3,45	-144,3006	0,0000	-163,0082	0,0000
14	3,65	-101,3357	0,0000	-302,7270	0,0000
15	3,86	-55,9522	0,0000	-223,3267	0,0000
16	4,06	-31,0998	0,0000	-151,7414	0,0000
17	4,27	-13,0683	1,9084	-96,4243	0,0000
18	4,47	-0,4570	16,4604	-49,5294	0,0000
19	4,68	0,0000	23,7973	-18,8310	18,8046
20	4,89	0,0000	23,4753	-0,0426	75,3329
21	5,09	0,0000	13,8618	0,0000	151,6714
22	5,30	-14,0381	0,0000	0,0000	233,6917
23	5,50	-37,5591	0,0000	0,0000	114,6239
24	5,70	-44,9927	0,0000	-7,9772	39,4551
25	5,90	-40,5234	0,0000	-54,0340	4,4877
26	6,10	-20,7025	0,0000	-184,2751	0,0000
27	6,30	-4,9886	1,0228	-102,1021	0,0000
28	6,50	0,0000	0,7180	-16,9291	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,1358	1,7906	-13,7532	80,8924
2	0,27	-6,6814	8,5427	-62,7715	111,1764
3	0,53	-23,4677	6,4626	-146,7965	111,2807
4	0,80	-50,2444	0,0000	-250,6299	83,8680
5	1,00	-75,0594	0,0000	-114,7517	63,8698
6	1,20	-82,4664	0,0000	-37,5757	37,5757
7	1,40	-75,0594	0,0000	-63,8698	114,7517
8	1,60	-50,2444	0,0000	-83,8680	250,6299
9	1,87	-23,4677	6,4626	-111,2807	146,7965
10	2,13	-6,6814	8,5427	-111,1764	62,7715
11	2,40	-0,1358	1,7906	-80,8924	13,7532

#### COMBINAZIONE n° 12

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	MU0000		02	B	367 di 371

Valore della spinta statica	263,9143	[kN]						
Componente orizzontale della spinta statica	242,3911	[kN]						
Componente verticale della spinta statica	104,3901	[kN]						
Punto d'applicazione della spinta	X = 3,90	[m]				Y	=	-4,54
	[m]							
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,30	[°]						
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,82	[°]						
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 3,90	[m]				Y	=	-7,30
	[m]							
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	521,2350	[kN]						
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,02	[m]				Y	=	-2,65
	[m]							

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	242,3911	[kN]						
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	950,3574	[kN]						
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	950,3574	[kN]						
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	242,3911	[kN]						
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,27	[m]						
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]						
Risultante in fondazione	980,7817	[kN]						
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,31	[°]						
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-255,9617	[kNm]						



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 368 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Sollecitazioni paramento

#### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,30	3,7873	-0,0019	0,2629
3	0,60	7,7941	0,0955	1,0518
4	0,90	12,0205	0,4465	2,3665
5	1,20	16,4663	1,2056	4,2070
6	1,50	21,1317	2,5273	6,5735
7	1,80	26,0166	4,5660	9,4658
8	2,10	31,1210	7,4763	12,8840
9	2,40	36,4449	11,4124	16,8281
10	2,70	41,9883	16,5290	21,2981
11	3,00	47,7512	22,9804	26,2939
12	3,30	53,7337	30,9212	31,8157
13	3,60	59,9356	40,5057	37,8633
14	3,90	66,3571	51,8884	44,4367
15	4,20	72,9981	65,2238	51,5361
16	4,50	79,8586	80,6664	59,1613
17	4,80	86,9386	98,3705	67,3125
18	5,10	94,2382	118,4907	75,9895
19	5,40	101,7572	141,1814	85,1923
20	5,70	109,4958	166,5970	94,9211
21	6,00	117,4539	194,8853	105,0916



## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 369 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Involuppo sollecitazioni piastra di fondazione

#### Combinazione n° 12

Dimensioni della piastra

Larghezza(m) = 2.40 Altezza(m) = 6.50

Origine all'attacco con il muro all'estremità sinistra del muro

Ascissa X positiva verso destra

Ordinata Y positiva dall'attacco con il muro verso l'estremo libero

I momenti negativi tendono le fibre superiori

#### Sollecitazioni in direzione Y

Nr.	Y	M <sub>ymin</sub>	M <sub>ymax</sub>	T <sub>ymin</sub>	T <sub>ymax</sub>
1	0,00	-0,4462	0,2941	-12,2353	18,6753
2	0,20	-2,8440	4,8777	-72,1095	41,9514
3	0,40	-15,6333	12,0735	-78,3379	74,8725
4	0,60	-21,7814	25,9945	-0,6692	123,0549
5	0,80	-2,1392	47,5506	0,0000	213,5920
6	1,00	0,0000	74,8629	0,0000	384,4045
7	1,20	0,0000	118,4433	0,0000	576,1279
8	1,50	0,0000	279,3863	0,0000	567,0821
9	2,60	-262,0678	0,0000	-277,8823	258,0680
10	2,85	-182,7122	0,0000	-247,7967	292,1463
11	3,05	-176,8412	0,0000	-134,2791	85,4810
12	3,25	-171,6277	0,0000	-128,5690	0,9627
13	3,45	-148,1892	0,0000	-164,8166	0,0000
14	3,65	-104,8774	0,0000	-304,9894	0,0000
15	3,86	-59,0887	0,0000	-225,3630	0,0000
16	4,06	-33,8557	0,0000	-153,6558	0,0000
17	4,27	-15,4759	0,0000	-98,2827	0,0000
18	4,47	-2,5121	14,3621	-51,2844	0,0000
19	4,68	0,0000	22,0414	-20,3509	17,0409
20	4,89	0,0000	22,0657	-0,6546	73,3168
21	5,09	0,0000	12,8113	0,0000	149,4094
22	5,30	-14,6658	0,0000	0,0000	231,0481
23	5,50	-37,8356	0,0000	0,0000	112,6438
24	5,70	-45,0482	0,0000	-8,3152	38,2548
25	5,90	-40,4651	0,0000	-54,3736	2,8855
26	6,10	-20,6576	0,0000	-183,7480	0,0000
27	6,30	-4,9766	1,0029	-101,7403	0,0000
28	6,50	0,0000	0,7172	-16,8931	0,0000

#### Sollecitazioni in direzione X

Nr.	X	M <sub>xmin</sub>	M <sub>xmax</sub>	T <sub>xmin</sub>	T <sub>xmax</sub>
1	0,00	-0,1396	1,7867	-13,6711	81,0203
2	0,27	-6,6490	8,6420	-62,1438	111,3660
3	0,53	-23,3473	6,5379	-148,5578	111,6067
4	0,80	-49,9849	0,0000	-253,7871	84,8713
5	1,00	-74,6663	0,0000	-115,3983	64,0496
6	1,20	-82,0326	0,0000	-37,3801	37,3801
7	1,40	-74,6663	0,0000	-64,0496	115,3983
8	1,60	-49,9849	0,0000	-84,8713	253,7871
9	1,87	-23,3473	6,5379	-111,6067	148,5578
10	2,13	-6,6490	8,6420	-111,3660	62,1438
11	2,40	-0,1396	1,7867	-81,0203	13,6711

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 370 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------

### Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,30	3,7873	3,7873	0,0060	1,9604	0,3418	13,3875
3	0,60	7,7941	7,7941	0,1586	7,9958	1,3673	27,5568
4	0,90	12,0205	12,0205	0,6594	18,3373	3,0764	42,5077
5	1,20	16,4663	16,4663	1,7104	33,2163	5,4691	58,2404
6	1,50	21,1317	21,1317	3,5133	52,8638	8,5455	74,7548
7	1,80	26,0166	26,0166	6,2699	77,5111	12,3056	92,0510
8	2,10	31,1210	31,1210	10,1819	107,3895	16,7492	110,1288
9	2,40	36,4449	36,4449	15,4512	142,7300	21,8765	128,9884
10	2,70	41,9883	41,9883	22,2795	183,7640	27,6875	148,6297
11	3,00	47,7512	47,7512	30,8686	230,7226	34,1821	169,0527
12	3,30	53,7337	53,7337	41,4204	283,8370	41,3604	190,2575
13	3,60	59,9356	59,9356	54,1365	343,3385	49,2222	212,2439
14	3,90	66,3571	66,3571	69,2188	409,4583	57,7678	235,0121
15	4,20	72,9981	72,9981	86,8690	482,4275	66,9969	258,5620
16	4,50	79,8586	79,8586	107,2890	562,4773	76,9097	282,8937
17	4,80	86,9386	86,9386	130,6805	649,8391	87,5062	308,0070
18	5,10	94,2382	94,2382	157,2453	744,7440	98,7863	333,9021
19	5,40	101,7572	101,7572	187,1852	847,4231	110,7500	360,5789
20	5,70	109,4958	109,4958	220,7020	958,1078	123,3974	388,0374
21	6,00	117,4539	117,4539	257,9887	1077,0199	136,6191	416,1626

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,30	3,7873	3,7873	-0,0019	-0,0019	0,2629	0,2629
3	0,60	7,7941	7,7941	0,0955	0,0955	1,0518	1,0518
4	0,90	12,0205	12,0205	0,4465	0,4465	2,3665	2,3665
5	1,20	16,4663	16,4663	1,2056	1,2056	4,2070	4,2070
6	1,50	21,1317	21,1317	2,5273	2,5273	6,5735	6,5735
7	1,80	26,0166	26,0166	4,5660	4,5660	9,4658	9,4658
8	2,10	31,1210	31,1210	7,4763	7,4763	12,8840	12,8840
9	2,40	36,4449	36,4449	11,4124	11,4124	16,8281	16,8281
10	2,70	41,9883	41,9883	16,5290	16,5290	21,2981	21,2981
11	3,00	47,7512	47,7512	22,9804	22,9804	26,2939	26,2939
12	3,30	53,7337	53,7337	30,9212	30,9212	31,8157	31,8157
13	3,60	59,9356	59,9356	40,5057	40,5057	37,8633	37,8633
14	3,90	66,3571	66,3571	51,8884	51,8884	44,4367	44,4367
15	4,20	72,9981	72,9981	65,2238	65,2238	51,5361	51,5361
16	4,50	79,8586	79,8586	80,6664	80,6664	59,1613	59,1613
17	4,80	86,9386	86,9386	98,3705	98,3705	67,3125	67,3125
18	5,10	94,2382	94,2382	118,4907	118,4907	75,9895	75,9895
19	5,40	101,7572	101,7572	141,1814	141,1814	85,1923	85,1923
20	5,70	109,4958	109,4958	166,5970	166,5970	94,9211	94,9211
21	6,00	117,4539	117,4539	194,8853	194,8853	105,0916	105,0916



**QUADRILATERO**  
Marche Umbria S.p.A.

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord**

Opere d'arte minori: Opere di sostegno e dreni

Muri di sostegno-sottoscarpa (Muccese) da 1+190.75 a 1+229.60

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS MU0000	Id. doc. REL	N. prog. 02	Rev. B	Pag. di Pag. 371 di 371
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	----------------	-----------	-------------------------------