


**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

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

PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese

Mandataria: *MANDANTIA* Mandanti: *MANDANTI*






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

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	
Ing. Iginio Farotti	

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia OPERE D'ARTE MINORI: GENERALE Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo	SCALA: DATA: <p align="center"><i>Settembre 2020</i></p>
--	--

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

Codice Elaborato:	L	0	7	0	3	2	1	3	E	1	6	M	U	0	0	0	0	R	E	L	0	3	A
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto	Controllato	Approvato
A	Settembre 2020	Emissione a seguito istruttoria ANAS	Progin	R. Venezia	S.Lieto
					A.Grimaldi

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc REL	N. prog. 03	Rev. A	Pag. di Pag. 2 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

I N D I C E

1	GENERALITA'	4
	1.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE	4
	1.2 UNITÀ DI MISURA.....	5
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI	6
	3.1 CALCESTRUZZO PARAMENTO MURO C25/30.....	6
	3.2 CALCESTRUZZO FONDAZIONE C32/40.....	6
	3.3 ACCIAIO DI ARMATURA B450C	7
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	7
5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	8
6	VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI	10
	6.1 VERIFICHE SLE.....	10
	6.1.1 Verifiche delle tensioni.....	10
	6.1.2 Verifiche a fessurazione.....	11
	6.2 VERIFICHE SLU	12
	6.2.1 Pressoflessione	12
	6.2.2 Taglio.....	12
7	CRITERI DI ANALISI E VERIFICHE DEI MURI DI SOSTEGNO	14
	7.1 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE.....	14
	7.1.1 Verifica allo scorrimento	14
	7.1.2 Verifica a carico limite.....	14
	7.1.3 Verifica al ribaltamento	16
	7.2 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE.....	17
	7.2.1 Richiami teorici ed impostazione delle analisi	17
	7.2.2 Il metodo di Bishop.....	17
	7.2.3 Prescrizioni del DM 14-01-08.....	18
	7.2.4 Stabilità di opere di materiali sciolti e fronti di scavo	18
	7.2.5 Verifiche in fase sismica.....	18
	7.3 STATI LIMITE E COMBINAZIONI DI CALCOLO AI SENSI DM 14.01.08.....	19
8	ANALISI DEI CARICHI	20
	8.1 CARICHI FISSI	20
	8.2 SPINTE DEL TERRENO	21
	8.3 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI	22
	8.4 AZIONE SISMICA.....	23
	8.4.1 Forze d'inerzia.....	23
	8.4.2 Effetti sismici sulle spinte del terreno	24
	8.4.3 Effetti dell'azione sismica sulla falda.....	24
9	COMBINAZIONI DI CALCOLO	24
10	RISULTATI ANALISI E VERIFICHE	25
	10.1 MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 1	26

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia
OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI
Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	3 di 109

10.1.1	Modello di calcolo.....	26
10.1.2	Armature di progetto.....	29
10.1.3	Verifiche strutturali SLU.....	30
10.1.4	Verifiche strutturali SLE.....	32
10.1.5	Verifiche di stabilita' locale.....	35
10.1.6	Verifica di stabilita' globale.....	37
10.2	MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 2.....	37
10.2.1	Modello di calcolo.....	37
10.2.2	Armature di progetto.....	41
10.2.3	Verifiche strutturali SLU.....	42
10.2.4	Verifiche strutturali SLE.....	44
10.2.5	Verifiche di stabilita' locale.....	49
10.2.6	Verifica di stabilita' globale.....	51
10.3	MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 3.....	51
10.3.1	Modello di calcolo.....	51
10.3.2	Armature di progetto.....	55
10.3.3	Verifiche strutturali SLU.....	56
10.3.4	Verifiche strutturali SLE.....	59
10.3.5	Verifiche di stabilita' locale.....	64
10.3.6	Verifica di stabilita' globale.....	66
10.4	MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 4.....	66
10.4.1	Modello di calcolo.....	66
10.4.2	Armature di progetto.....	69
10.4.3	Verifiche strutturali SLU.....	70
10.4.4	Verifiche strutturali SLE.....	72
10.4.5	Verifiche di stabilita' locale.....	77
10.4.6	Verifica di stabilita' globale.....	78
10.5	MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 5.....	78
10.5.1	Modello di calcolo.....	78
10.5.2	Armature di progetto.....	82
10.5.3	Verifiche strutturali SLU.....	83
10.5.4	Verifiche strutturali SLE.....	85
10.5.5	Verifiche di stabilita' locale.....	90
10.5.6	Verifica di stabilita' globale.....	92
10.6	MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 6.....	92
10.6.1	Modello di calcolo.....	92
10.6.2	Armature di progetto.....	97
10.6.3	Verifiche strutturali SLU.....	98
10.6.4	Verifiche strutturali SLE.....	101
10.6.5	Verifiche di stabilita' locale.....	107
10.6.6	Verifica di stabilita' globale.....	108

1 GENERALITA'

Nella presente relazione vengono descritte le analisi e le verifiche strutturali relative ai muri di sottoscarpa prefabbricati in c.a. su fondazione diretta gettata in opera che interessano gli stralci funzionali 3 e 4 nella tratta di riabilitazione della SP256.

1.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Lungo la tratta di riabilitazione della SP256, che si sviluppa per oltre 4 km, sono presenti 16 muri in c.a., ciascuno individuato da un codice identificativo ID.

Di seguito si riporta una riassuntiva relativa a ciascuno dei muri:

Tabella 1 – Tabella identificativa dei muri della tratta di riabilitazione della SP256

ID	Posizione	Tipologia muro	Tipologia fondazione	P.K. iniz.	P.K. fin.	L [m]
MU101	in SX	controripa	diretta	0+211	0+324	112.50
MU102	in DX	sostegno	diretta	2+029	2+077	47.50
MU103	in SX	sostegno	diretta	2+447	2+555	107.50
MU104	in SX	controripa	pali	2+601	2+690	88.00
MU105	in DX	controripa	pali	2+604	2+713	109.00
MU107	in DX	controripa	diretta	3+022	3+082	60.00
MU108	in SX	sottoscarpa	diretta	3+052	3+215	162.50
MU109	in DX	controripa	diretta	3+107	3+182	75.00
MU110	in SX	sostegno	diretta	3+311	3+361	50.00
MU111	in SX	sostegno	diretta	3+392	3+447	60.00
MU112	in SX	sottoscarpa	diretta	3+598	3+643	45.00
MU113	in SX	sostegno	diretta	3+951	4+015	65.00
MU114	in DX	controripa	pali	3+984	4+135	145.00
MU115	in SX	sottoscarpa	diretta	4+060	4+088	27.50
MU117	in SX	sottoscarpa	diretta	4+129	4+206	77.50
MU118	rotatoria	sottoscarpa	pali	4+220	4+288	82.00

Si precisa che le progressive chilometriche del muro MU118 relativo alla rotatoria fanno riferimento all'asse stradale principale. Inoltre, per ciascun muro è definita una progressiva km di inizio e fine, nonché la sua posizione, destra o sinistra, rispetto all'asse stradale.

In seguito, ciascuno dei muri è stato assegnato ad un tipologico di riferimento:

Tabella 2 – Tabella identificativa dei tipologici dei muri della tratta di riabilitazione della SP256

Tipologico	ID	h _{par} [m]	L _{tot} [m]
Muri di controripa - fondazione diretta	MU101-107-109	2.00-3.00	247.50
Muri di sottoscarpa - fondazione diretta	MU108-112-115-117	1.55-3.10	312.50
Muri di sostegno - fondazione diretta	MU102-103-110-111-113	1.60-3.00	330.00
Muri di controripa - fondazione su pali	MU104-105-114	2.92-4.50	342.00
Muri di sottoscarpa - fondazione su pali	MU118	3.00-6.50	82.00

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc. REL	N. prog. 03	Rev. A	Pag. di Pag. 5 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	--------------------------

dove:

- ID rappresenta il codice identificativo di ciascuno dei muri assegnati a ciascun tipologico;
- h_{par} rappresenta il range di altezza dei paramenti dei muri assegnati a ciascun tipologico;
- L_{tot} rappresenta la lunghezza complessiva che si ottiene sommando lo sviluppo di tutti i muri appartenenti al medesimo tipologico.

Nella presente relazione vengono eseguite le analisi e le verifiche strutturali relative al tipologico "Muri di sottoscarpa - fondazione diretta". Occorre precisare che, in fase di progetto e verifica, per il tipologico in esame sono state considerate le quattro condizioni geometriche più gravose. Dunque, i muri appartenenti al medesimo tipologico sono stati distinti in sei tipi differenti.

Di seguito vengono riportate le geometrie impiegate in fase di progetto e verifica dei sei tipi di "Muri di sottoscarpa - fondazione diretta":

Tabella 3 – Geometrie dei sei tipi di "Muri di sottoscarpa - fondazione diretta"

Tipologico	Tipo	ID	b_{fond} [m]	h_{fond} [m]	h_{par} [m]
Muri di sottoscarpa - fondazione diretta	1	MU117	2.40	0.40	1.55
Muri di sottoscarpa - fondazione diretta	2	MU117	3.60	0.50	2.50
Muri di sottoscarpa - fondazione diretta	3	MU117	4.10	0.50	3.00
Muri di sottoscarpa - fondazione diretta	4	MU108-112-115	2.70	0.40	2.00
Muri di sottoscarpa - fondazione diretta	5	MU108-112-115	3.60	0.50	2.50
Muri di sottoscarpa - fondazione diretta	6	MU108-112-115	4.10	0.50	3.50

Per maggiori dettagli ed una descrizione più completa si rimanda agli elaborati grafici che affiancano tale relazione.

1.2 UNITÀ DI MISURA

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

- per le lunghezze \Rightarrow m, mm
- per i carichi \Rightarrow kN, kN/m², kN/m³
- per le azioni di calcolo \Rightarrow kN, kNm
- per le tensioni \Rightarrow MPa, kPa

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella redazione del progetto esecutivo si è fatto riferimento ai seguenti documenti normativi.

- D.M. 14/01/2008.
- *Norme tecniche per le costruzioni (NTC)*.
- 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 EN1993 -1-1.
- *EUROCODICE 2, parte 1.1. Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Regole generali e regole per gli edifici.*
- UNI EN1993 -1-1.

- *EUROCODICE 3, parte 1.1. Progettazione delle strutture in acciaio. Regole generali e regole per gli edifici.*
- UNI EN1993 -1-2.
- *EUROCODICE 3. Parte 2. Progettazione delle strutture in acciaio. Ponti di acciaio.*
- UNI EN 1998-1.
- *EUROCODICE 8, parte 1. Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici*
- UNI EN 1998-2.
- *EUROCODICE 8, parte 2. Ponti.*

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Per la realizzazione delle strutture sono stati previsti i materiali di seguito descritti.

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

Tabella 4 - Calcestruzzi: classi di resistenza, classi di esposizione e specifiche

Elemento	Classe	Classe di Esposizione	a/c	Tipi di cementi	Quantitativo di cemento [kg/m ³]	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.

3.1 CALCESTRUZZO PARAMENTO MURO 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 |
| • $f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3} = 2.56$ MPa | resistenza media a trazione semplice (assiale) |
| • $f_{ctk} = 0.7 f_{ctm} = 1.79$ MPa | resistenza caratteristica a trazione |
| • $E_{cm} = 22000 [f_{cm}/10]^{0.3} = 31447$ MPa | modulo elastico |
| • $\gamma = 25.0$ kN/m ³ | peso per unità di volume |

Resistenze di progetto allo SLU

- | | |
|---|---------------------------------------|
| • $f_{cd} = 0.85 f_{ck}/\gamma_c = 14.1$ 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

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

3.2 CALCESTRUZZO FONDAZIONE 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 |

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc REL	N. prog. 03	Rev. A	Pag. di Pag. 7 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

- $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.02$ 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/m³ peso per unità di volume

Resistenze di progetto allo SLU

- $f_{cd} = 0.85 f_{ck}/\gamma_c = 18.1$ 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

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

3.3 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

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

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Nel presente paragrafo si riporta la caratterizzazione geotecnica specifica per l'opera in esame. Per dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale.

Analizzando il profilo geologico-geotecnico e le categorie di sottosuolo riportate nella relazione geotecnica, con riferimento ai tratti di ubicazione dei muri di sottoscarpa del tipologico oggetto di dimensionamento (Muri di sottoscarpa - fondazione diretta), emerge quanto segue:

Tabella 5 - Stratigrafia e categoria di sottosuolo del tipologico "Muri di sottoscarpa - fondazione diretta"

ID	Quota p.p. _{media} [m.s.l.]	Unità geotecnica	Profondità da p.p. [m]	Tipo di sottosuolo
MU108	529.10	Salt Sch	0 - 1.94 > 1.94	C
MU112	509.91	Ecla Salt Sch	0 - 2.14 2.14 - 6.41 > 6.41	C
MU115	490.82	Salt Sch	0 - 3.85 > 3.85	C
MU117	485.50	Salt Sch	0 - 1.97 > 1.97	C

--	--	--	--	--

In ragione di ciò, si assumono cautelativamente le seguenti configurazioni stratigrafiche e categorie di sottosuolo per i sei tipi di “Muri di sottscarpa - fondazione diretta” in oggetto:

Tabella 6 - Stratigrafia e categoria di sottosuolo dei sei tipi di “Muri di sottscarpa - fondazione diretta”

Tipo	ID	Unità geotecnica	Descrizione	Profondità da p.p. [m]	Tipo di sottosuolo
1	MU117	Salt	Substrati alterato limoso argilloso	0 - 1.97	C
2	MU117	Salt	Substrati alterato limoso argilloso	0 - 1.97	C
3	MU117	Salt	Substrati alterato limoso argilloso	0 - 1.97	C
4	MU108-112-115	Salt	Substrati alterato limoso argilloso	0 - 3.85	C
5	MU108-112-115	Salt	Substrati alterato limoso argilloso	0 - 3.85	C
6	MU108-112-115	Salt	Substrati alterato limoso argilloso	0 - 3.85	C

Falda: La falda è riscontrata a profondità variabili. Nelle analisi si assume cautelativamente un livello di falda posto ad una distanza di circa 0.65 m dal piano di posa della fondazione.

I parametri geotecnici considerati per i muri di sottscarpa del tipologico in esame sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7 - Parametri geotecnici dei sei tipi di “Muri di sottscarpa - fondazione diretta”

Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]
Salt	20	28	10

γ = peso di volume naturale

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

c' = coesione drenata

Il rinterro a tergo del muro di sottscarpa viene realizzato con materiale da rilevato stradale, vengono pertanto considerati i seguenti parametri caratteristici:

Tabella 8 - Parametri geotecnici per il rinterro dei sei tipi di “Muri di sottscarpa - fondazione diretta”

Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kPa]
Rilevato stradale	18	35	0

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

L'opera è progettata per una vita nominale V_N pari a 50 anni. Gli si attribuisce inoltre una classe d'uso III (“Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza.”) ai sensi

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	9 di 109

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 P_{VR} .

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.

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.

Si riportano di seguito i valori dei parametri di pericolosità sismica relativi alle progressive km dei muri di sostegno del tipologico in esame:

Pk 3+000					Pk 4+250				
Latitudine (WGS84)		Longitudine (WGS84)			Latitudine (WGS84)		Longitudine (WGS84)		
43.09871665		13.04730045			43.08865284		13.04712554		
Latitudine (ED50)		Longitudine (ED50)			Latitudine (ED50)		Longitudine (ED50)		
43.100448		13.048118			43.090385		13.047943		
Altitudine (mt) 0					Altitudine (mt) 0				
Classe dell'edificio III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti signific					Classe dell'edificio III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti signific				
Vita Nominale Struttura 50					Vita Nominale Struttura 50				
Periodo di Riferimento per l'azione sismica 75					Periodo di Riferimento per l'azione sismica 75				
Parametri di pericolosità Sismica					Parametri di pericolosità Sismica				
Stato Limite	T_r [anni]	a_g/g [-]	F_0 [-]	T_c^* [s]	Stato Limite	T_r [anni]	a_g/g [-]	F_0 [-]	T_c^* [s]
Operatività	45	0.082	2.417	0.287	Operatività	45	0.085	2.411	0.284
Danno	75	0.102	2.415	0.291	Danno	75	0.106	2.406	0.291
Salvaguardia Vita	712	0.237	2.473	0.330	Salvaguardia Vita	712	0.251	2.429	0.329
Prevenzione Collasso	1462	0.299	2.506	0.340	Prevenzione Collasso	1462	0.317	2.451	0.340

Tabella 9 – Pericolosità sismica all'SLV del tipologico “Muri di sottoscarpa - fondazione diretta”

ID	P.K. iniz.	P.K. fin.	$a_{g,SLV}$ [g]
MU108	3+052	3+215	0.237
MU112	3+598	3+643	0.237
MU115	4+060	4+088	0.237
MU111	4+129	4+206	0.251

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc REL	N. prog. 03	Rev. A	Pag. di Pag. 10 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

In ragione di ciò, si assume cautelativamente quanto segue per i sei tipi di “Muri di sottoscarpa - fondazione diretta” in oggetto:

Tabella 10 – Pericolosità sismica all'SLV dei sei tipi di “Muri di sottoscarpa - fondazione diretta”

Tipo	ID	Tipo di sottosuolo	$a_{g,SLV}$ [g]
1	MU117	C	0.251
2	MU117	C	0.251
3	MU117	C	0.251
4	MU108-112-115	C	0.237
5	MU108-112-115	C	0.237
6	MU108-112-115	C	0.237

Tabella 11 – Parametri di pericolosità sismica dei tipi 1, 2 e 3 dei “Muri di sottoscarpa - fondazione diretta”

V_R [anni]	Stato Limite	P_{VR}	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
75	SLO	81%	45	0.085	2.411	0.284
	SLD	63%	75	0.106	2.406	0.291
	SLV	10%	712	0.251	2.429	0.329
	SLC	5%	1462	0.317	2.451	0.340

Tabella 12 – Parametri di pericolosità sismica dei tipi 4, 5 e 6 dei “Muri di sottoscarpa - fondazione diretta”

V_R [anni]	Stato Limite	P_{VR}	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
75	SLO	81%	45	0.082	2.417	0.287
	SLD	63%	75	0.102	2.415	0.291
	SLV	10%	712	0.237	2.473	0.330
	SLC	5%	1462	0.299	2.506	0.340

6 VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI

6.1 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.

6.1.1 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 caratteristica “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:

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	11 di 109

CALCESTRUZZO PARAMENTO MURO C25/30

$\sigma_{cmax,Q.P.} = 0,45 f_{ck}$	11.21	MPa	(combinazione di carico Quasi Permanente)
$\sigma_{cmax,R.} = 0,60 f_{ck}$	14.94	MPa	(combinazione di carico Caratteristica - Rara)

CALCESTRUZZO FONDAZIONE C32/40

$\sigma_{cmax,Q.P.} = 0,45 f_{ck}$	14.94	MPa	(combinazione di carico Quasi Permanente)
$\sigma_{cmax,R.} = 0,60 f_{ck}$	19.92	MPa	(combinazione di carico Caratteristica - Rara)

ACCIAIO DI ARMATURA B450C

$\sigma_{fmax} = 0,80 f_{yk}$	360	MPa	(combinazione di carico Caratteristica - Rara)
-------------------------------	-----	-----	--

6.1.2 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:

$$\text{Combinazione Quasi permanente : } w \leq 0.2 \text{ mm}$$

$$\text{Combinazione Frequente : } w \leq 0.3 \text{ mm}$$

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

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	12 di 109

previsto al punto "C4.1.2.2.4.6 Verifica allo stato limite di fessurazione" della Circolare n.617/09.

6.2 Verifiche SLU

6.2.1 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:

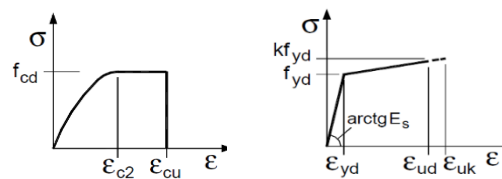


Figura 1 - Legami costitutivi calcestruzzo ed acciaio

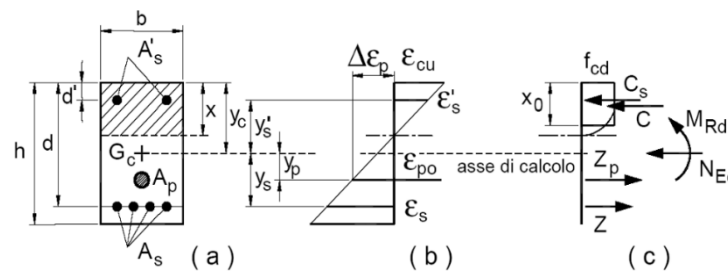


Figura 2 - Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione della generica sezione

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.

6.2.2 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:

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2};$$

$$k = 1 + (200 / d)^{1/2} \leq 2;$$

$$\rho_1 = A_{sw} / (b_w d);$$

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

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	13 di 109

trazione V_{Rsd} e la resistenza a taglio compressione V_{Rcd} .

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

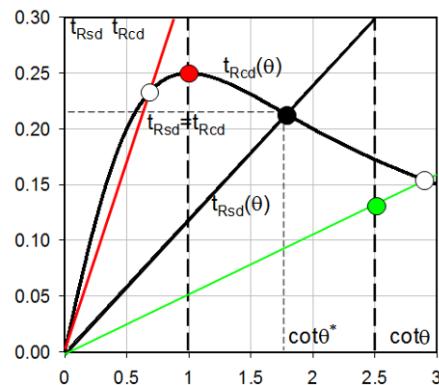
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta)}{(1 + \operatorname{ctg}^2 \theta)}$$

Essendo:

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

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 θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

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



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

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

(θ^* 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;

$$\omega_{sw} = \text{percentuale meccanica di armatura trasversale} \quad \omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{b s f_{cd}}$$

α_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 $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

- Se la $\cot \theta^*$ è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	14 di 109

- 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 sopportato 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 sopportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una $\cot\theta = 1,0$.

7 CRITERI DI ANALISI E VERIFICHE DEI MURI DI SOSTEGNO

7.1 Verifiche di stabilità 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 descritto nei paragrafi che seguono.

7.1.1 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 η_s stabilito dalla Normativa Vigente, ovvero:

$$F_R / F_S \geq \eta_s$$

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

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

$$F_R = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_f$$

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

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

7.1.2 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 η_q .

Detti Q_U il carico limite e R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve risultare:

$$Q_U / R \geq \eta_q$$

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	15 di 109

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

Per le valutazioni 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

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

Caso di terreno puramente coesivo $\phi = 0$

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

dove:

d_c, d_q e d_γ sono i fattori di profondità;

s_c, s_q e s_γ sono i fattori di forma;

i_c, i_q e i_γ sono i fattori di inclinazione del carico;

b_c, b_q e b_γ sono i fattori di inclinazione del piano di posa;

g_c, g_q e g_γ sono i fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori N_c, N_q e N_γ sono espressi come:

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

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

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

Risulta, inoltre:

Fattori di forma

$$s_c = 0.2 B / L$$

per $\phi = 0$

$$s_c = 1 + (N_q / N_c) (B / L)$$

per $\phi > 0$

$$s_q = 1 + (B / L) \operatorname{tg} \phi$$

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

Fattori di profondità

Si definisce il parametro k come:

$$k = D / B$$

se $D / B \leq 1$

$$k = \operatorname{arctg} (D / B)$$

se $D / B > 1$

I vari coefficienti si esprimono come:

$$d_c = 0.4 k$$

per $\phi = 0$

$$d_c = 1 + 0.4 k$$

per $\phi > 0$

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

$$d_\gamma = 1$$

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 $A_f = B' \times L'$ (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 η l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ($\eta = 0$ per fondazione orizzontale).

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	16 di 109

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

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

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

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

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

$$i_\gamma = [1 - [(0.7 - \eta^\circ / 45^\circ) H] / (V + A_f c_a c \operatorname{tg} \phi)]^5 \quad \text{per } \eta > 0$$

ca: adesione alla base della fondazione.

Fattori di inclinazione del piano di posa della fondazione

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

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

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

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

Fattori di inclinazione del terreno

Indicando con β 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:

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

$$\beta \leq \phi$$

$$i_q, i_\gamma > 0$$

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

7.1.3 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 η_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 δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ 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.

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc REL	N. prog. 03	Rev. A	Pag. di Pag. 17 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

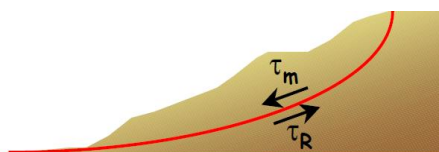
7.2 Verifica di stabilità globale

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

7.2.1 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, Morgenstern-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 taglianti e normali sulle superfici di delimitazione dello stesso come di seguito rappresentato.

Per le valutazioni esposte 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 esposte nel seguito, è stata effettuata in particolare rispetto a famiglie di superfici potenziali di rottura disegnate in maniera tale da non intersecare l'opera.

7.2.2 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, b_i ed α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i-esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i-esima e c_i e φ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	18 di 109

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

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

7.2.3 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 quattro 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.

7.2.4 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) 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 γ_c (o γ_e)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{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 computatamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

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

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

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

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

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

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

7.2.5 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.

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud****4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	19 di 109

Nei metodi pseudostatici, di riferimento per le analisi espote 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.

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

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

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

Per quanto riguarda invece il caso dei Fronti di Scavo e Rilevati, di riferimento per le analisi espote 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 n.617 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 a $R_2=1.1$ (γ_R).

7.3 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,

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	20 di 109

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 γ_f (o γ_{fs})	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{f1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{f2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{f3}	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.

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

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

Tabella 6.5.I – Coefficienti parziali γ_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
γ_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 ANALISI DEI CARICHI

8.1 Carichi fissi

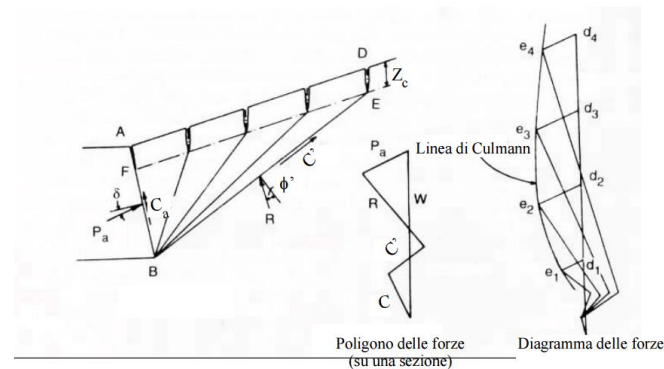
Per carichi fissi si intendono le azioni associate ai pesi propri del muro e del terrapieno spingente, valutati in automatico dal Software di calcolo utilizzato.

A tal riguardo, al calcestruzzo strutturale costituente il muro è stato assegnato un peso dell'unità di volume $\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$, mentre per il terreno si è assunto $\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	21 di 109

8.2 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 θ 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 (C_A);
- dal poligono di equilibrio si ricava quindi il valore della spinta S sulla parete (P_a).

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_a della nota espressione di Coulomb:

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

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	22 di 109

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

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

$$c' = 0$$

$$\phi' = 35$$

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

8.3 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:

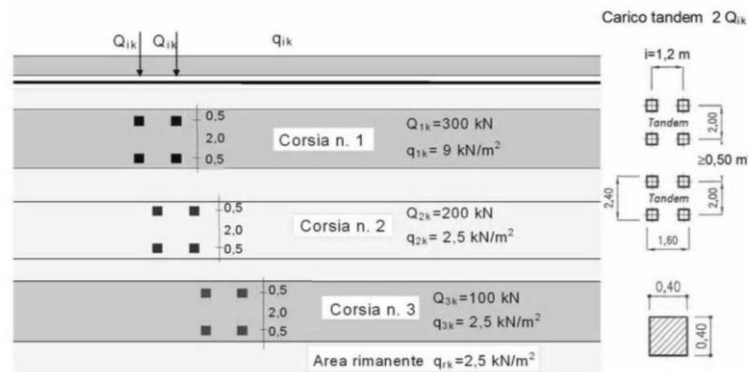


Figura 3 - Schema di carico 1

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 Q_{1k} 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 q_{1k} di 9 kN/m² uniformemente distribuito;
- una seconda colonna di carichi (ingombro = 3 m), analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente a 400 kN di Q_{1k} e 2.5 kN/m² di q_{1k} 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 Q_{1k} e 2.5 kN/m² di q_{1k} 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 Q_{ik} , in un carico distribuiti equivalente, 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 5 m.

In questa ipotesi risulta dunque:

$$Q_{1kd} = 600 / 2.40 \times 5.00 = 50 \text{ KN/m}^2$$

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

$$Q_{3kd} = 200 / 2.40 \times 5.00 = 17 \text{ KN/m}^2$$

In aggiunta, sul lato corsia 1, va considerato un ulteriore carico distribuito di 9 kN/m², mentre sul lato corsia 3, il carico aggiuntivo è pari a 2.5 kN/m².

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:

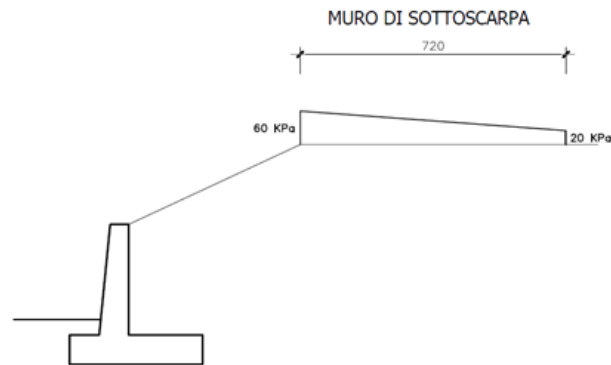


Figura 4 – Schema di carico per azioni da traffico veicolare

8.4 Azione sismica

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 β_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
	β_m	β_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

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.

8.4.1 Forze d'inerzia

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

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc. REL	N. prog. 03	Rev. A	Pag. di Pag. 24 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

 $F_h = k_h W_i$ (forza d'inerzia legata alla componente orizzontale del sisma)

 $F_v = \pm 0.5 k_h W_i$ (forza d'inerzia legata alla componente verticale del sisma)

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

8.4.2 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 e F_v .

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

8.4.3 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.

9 COMBINAZIONI DI CALCOLO

Si riporta nel seguito il riepilogo delle combinazioni di carico esaminate per l'analisi e verifica dei muri con fondazioni dirette.

Simbologia adottata:

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

 γ Coefficiente di partecipazione della condizione;

 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione.

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	25 di 109

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

10 RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Si riportano di seguito i risultati delle analisi e delle verifiche per i sei tipi di "Muri di sottoscarpa -

fondazione diretta” oggetto della relazione di calcolo:

Tabella 13 – Geometrie dei sei tipi di “Muri di sottoscarpa - fondazione diretta”

Tipologico	Tipo	ID	b _{fond} [m]	h _{fond} [m]	h _{par} [m]
Muri di sottoscarpa - fondazione diretta	1	MU117	2.40	0.40	1.55
Muri di sottoscarpa - fondazione diretta	2	MU117	3.60	0.50	2.50
Muri di sottoscarpa - fondazione diretta	3	MU117	4.10	0.50	3.00
Muri di sottoscarpa - fondazione diretta	4	MU108-112-115	2.70	0.40	2.00
Muri di sottoscarpa - fondazione diretta	5	MU108-112-115	3.60	0.50	2.50
Muri di sottoscarpa - fondazione diretta	6	MU108-112-115	4.10	0.50	3.50

10.1 Muri di sottoscarpa - fondazione diretta - tipo 1

10.1.1 Modello di calcolo

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica del modello di calcolo adottato.

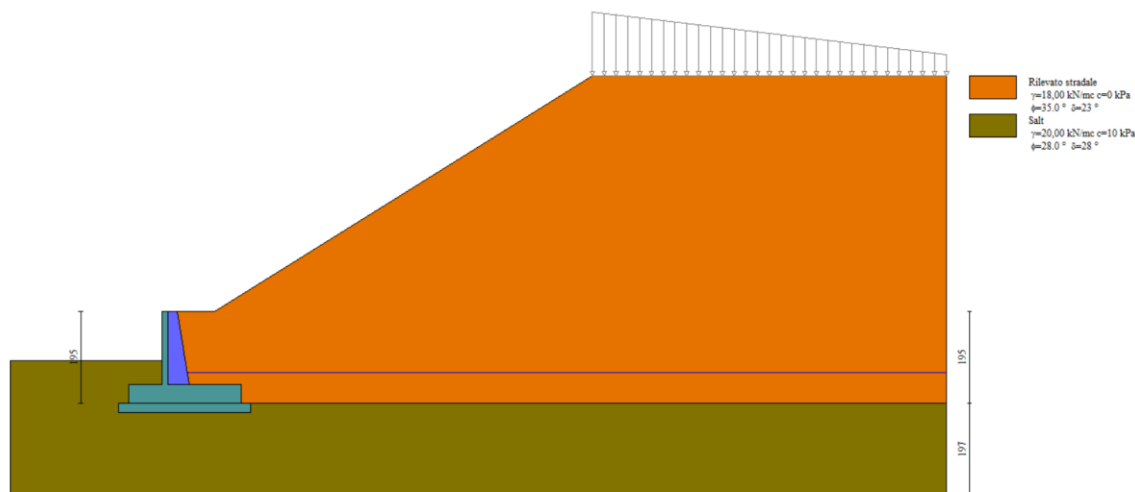


Figura 5 - Modello di calcolo dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 1

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	27 di 109

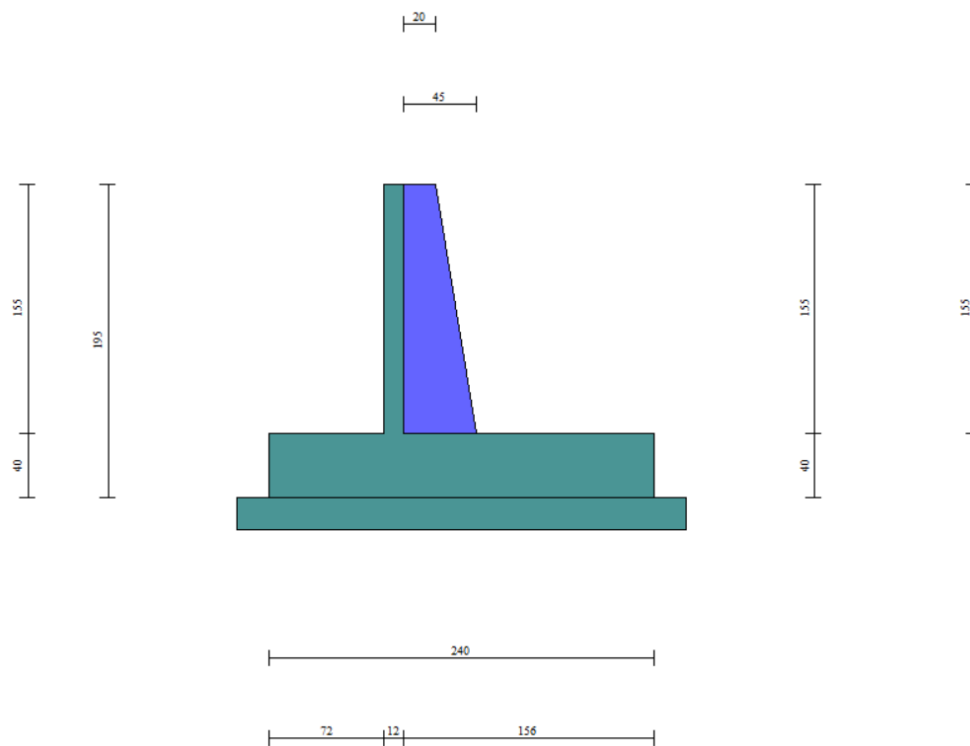


Figura 6 - Geometria dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 1

Spinta e forze (involuppo):

Simbologia adottata

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

Ic	A	V	I	Cx	Cy	Px	Py
		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
1	Spinta statica	31,34	23,33	28,78	12,41	1,56	-1,21
	Peso/Inerzia muro			0,00	28,10/0,00	0,29	-1,59
	Peso/Inerzia contrafforte			0,00	1,96/0,00	0,17	-0,87
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	43,85/0,00	0,80	-0,74
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,00	4,71	-0,48	-1,30
	Spinta falda da monte			2,69		1,56	-1,73
	Sottostinta della falda				19,89	0,36	-1,95
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
2	Spinta statica	22,28	23,33	20,46	8,82	1,56	-1,17
	Incremento di spinta sismica		19,19	17,62	7,60	1,56	-1,18
	Peso/Inerzia muro			2,92	28,10/1,46	0,29	-1,59
	Peso/Inerzia contrafforte			0,20	1,96/0,10	0,17	-0,87
	Peso/Inerzia terrapieno			4,55	43,85/2,28	0,80	-0,74
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,49	4,71	-0,48	-1,30
	Spinta falda da monte			2,07		1,56	-1,73
	Sottostinta della falda				15,30	0,36	-1,95
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00

Involuppo delle sollecitazioni paramento (contrafforte prefabbricato):

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	28 di 109

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	0,36	0,36	0,02	0,09	0,00	0,00
3	-0,19	0,72	0,72	0,10	0,29	0,01	0,02
4	-0,29	1,08	1,08	0,22	0,59	0,02	0,06
5	-0,39	1,44	1,44	0,38	1,01	0,05	0,14
6	-0,48	1,80	1,80	0,60	1,52	0,10	0,26
7	-0,58	2,15	2,15	0,86	2,15	0,17	0,44
8	-0,68	2,51	2,51	1,17	2,88	0,27	0,68
9	-0,78	2,87	2,87	1,53	3,72	0,40	1,00
10	-0,87	3,23	3,23	1,94	4,67	0,56	1,41
11	-0,97	3,59	3,59	2,39	5,72	0,77	1,91
12	-1,07	3,95	3,95	2,89	6,88	1,03	2,52
13	-1,16	4,31	4,31	3,44	8,14	1,34	3,24
14	-1,26	4,67	4,67	4,03	9,51	1,70	4,10
15	-1,36	5,03	5,03	4,68	10,99	2,12	5,09
16	-1,45	5,39	5,39	5,47	12,68	2,61	6,23
17	-1,55	5,75	5,75	6,42	14,58	3,18	7,55

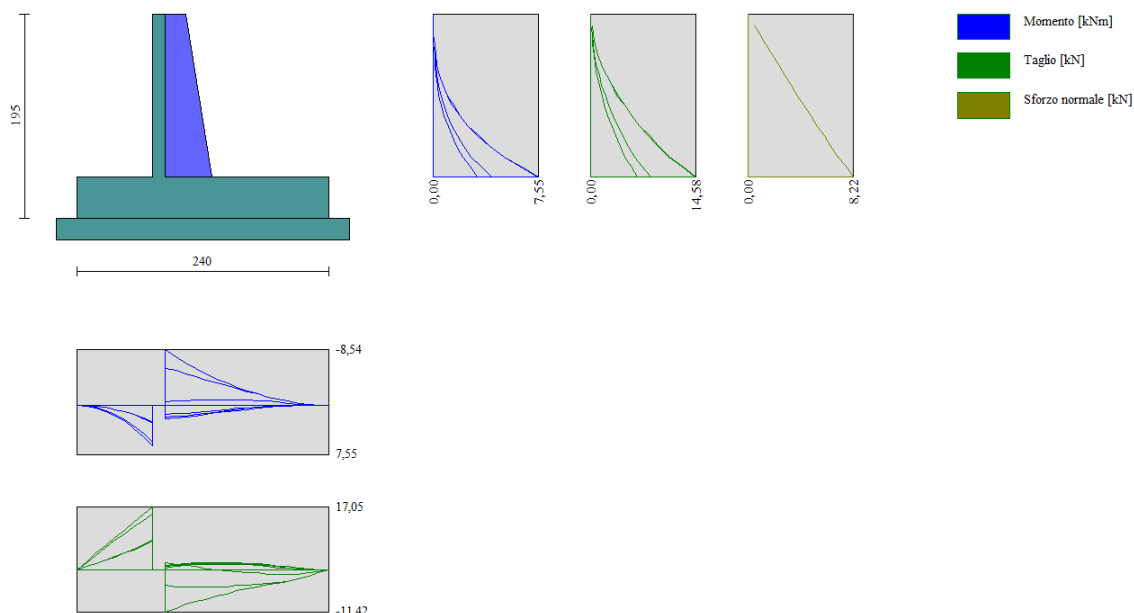
Inviluppo delle sollecitazioni fondazione:

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	-0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,75	0,00	0,00	0,79	2,21	0,04	0,10
3	-0,66	0,00	0,00	1,63	4,40	0,14	0,40
4	-0,57	0,00	0,00	2,51	6,56	0,33	0,89
5	-0,48	0,00	0,00	3,44	8,70	0,60	1,58
6	-0,39	0,00	0,00	4,41	10,83	0,95	2,46
7	-0,30	0,00	0,00	5,42	12,92	1,39	3,53
8	-0,21	0,00	0,00	6,48	15,00	1,93	4,78
9	-0,12	0,00	0,00	7,58	17,05	2,56	6,22
10	0,00	0,00	0,00	-11,42	1,89	-8,54	2,02
11	0,10	0,00	0,00	-10,46	1,47	-7,47	1,89
12	0,20	0,00	0,00	-9,55	1,71	-6,50	1,74
13	0,29	0,00	0,00	-8,70	1,88	-5,61	1,56
14	0,39	0,00	0,00	-7,89	1,99	-4,80	1,37
15	0,49	0,00	0,00	-7,14	2,03	-4,07	1,18
16	0,58	0,00	0,00	-6,44	2,01	-3,41	0,98
17	0,68	0,00	0,00	-5,79	1,93	-2,81	0,79
18	0,78	0,00	0,00	-5,19	1,78	-2,28	0,60
19	0,88	0,00	0,00	-4,65	1,56	-1,80	0,44
20	0,98	0,00	0,00	-4,16	1,28	-1,38	0,30
21	1,07	0,00	0,00	-3,68	0,97	-1,01	0,19
22	1,17	0,00	0,00	-3,13	0,69	-0,69	0,11
23	1,27	0,00	0,00	-2,57	0,45	-0,41	0,06
24	1,36	0,00	0,00	-1,85	0,26	-0,19	0,02
25	1,46	0,00	0,00	-1,00	0,11	-0,05	0,00
26	1,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00


Figura 7 - Involuppo delle sollecitazioni dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 1

10.1.2 Armature di progetto

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della fondazione (di larghezza pari ad 1 m):

Tabella 14 – Armature di progetto paramento e fondazione

CONTRAFFORTE		FONDAZIONE	
Tipo armatura	ferri	Tipo armatura	ferri
Dritto inferiore	5φ14	Dritto superiore	6φ14
Dritto superiore	5φ16	Dritto inferiore	6φ14
Dritto superiore sec	5φ14	Ripartitore	18φ14
Secondari	2φ16	Gancio	(2x2)φ14/m
Staffa orizzontale	8φ8 (passo 23 cm)		

Ai fini delle verifiche strutturali sono state considerate le armature riportate nella tabella seguente:

Elemento	Armatura a flessione		Armatura a taglio
	A _{f1}	A _{f2}	A _t
CONTRAFFORTE	5φ16	5φ14	[-]
FONDAZIONE	6φ14	6φ14	[-]

dove:

A_{f1} armatura lato teso;

A_{f2} armatura lato compresso;

A_t armatura a taglio.

Si precisa che, ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per il paramento (contrafforte) e la

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	30 di 109

fondazione ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm.

10.1.3 Verifiche strutturali SLU

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

Contrafforte

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	20	32	7,70	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	20	34	7,70	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
3	20	35	7,70	10,05	0,02	0,92	65,04	2844,71	3081.771
4	20	37	7,70	10,05	0,06	1,40	118,59	2623,83	1879.870
5	20	38	7,70	10,05	0,14	1,88	177,60	2383,28	1270.514
6	20	40	7,70	10,05	0,26	2,36	229,92	2077,76	879.153
7	20	41	7,70	10,05	0,44	2,86	238,96	1557,19	544.795
8	20	43	7,70	10,05	0,68	3,36	235,64	1162,07	345.788
9	20	45	7,70	10,05	1,00	3,87	226,79	877,48	226.714
10	20	46	7,70	10,05	1,41	4,39	221,26	690,65	157.407
11	20	48	7,70	10,05	1,91	4,91	219,87	566,14	115.251
12	20	49	15,39	10,05	2,52	5,44	221,58	479,27	88.031
13	20	51	7,70	10,05	3,24	5,98	222,64	410,72	68.638
14	20	52	7,70	10,05	4,10	6,53	224,33	357,51	54.743
15	20	54	7,70	10,05	5,09	7,08	226,98	315,97	44.598
16	20	55	7,70	10,05	6,23	7,65	230,28	282,45	36.938
17	20	57	7,70	10,05	7,55	8,22	234,03	254,58	30.986

Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	40	9,24	9,24	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	40	9,24	9,24	0,10	0,00	125,12	0,00	1256.366
3	100	40	9,24	9,24	0,40	0,00	125,12	0,00	315.142
4	100	40	9,24	9,24	0,89	0,00	125,12	0,00	140.533
5	100	40	9,24	9,24	1,58	0,00	125,12	0,00	79.316
6	100	40	9,24	9,24	2,46	0,00	125,12	0,00	50.934
7	100	40	9,24	9,24	3,53	0,00	125,12	0,00	35.490
8	100	40	9,24	9,24	4,78	0,00	125,12	0,00	26.163
9	100	40	9,24	9,24	6,22	0,00	125,12	0,00	20.100
10	100	40	9,24	9,24	-8,54	0,00	-125,12	0,00	14.650
11	100	40	9,24	9,24	-7,47	0,00	-125,12	0,00	16.740
12	100	40	9,24	9,24	-6,50	0,00	-125,12	0,00	19.252
13	100	40	9,24	9,24	-5,61	0,00	-125,12	0,00	22.305
14	100	40	9,24	9,24	-4,80	0,00	-125,12	0,00	26.060
15	100	40	9,24	9,24	-4,07	0,00	-125,12	0,00	30.751
16	100	40	9,24	9,24	-3,41	0,00	-125,12	0,00	36.722
17	100	40	9,24	9,24	-2,81	0,00	-125,12	0,00	44.505
18	100	40	9,24	9,24	-2,28	0,00	-125,12	0,00	54.969
19	100	40	9,24	9,24	-1,80	0,00	-125,12	0,00	69.641
20	100	40	9,24	9,24	-1,38	0,00	-125,12	0,00	90.970
21	100	40	9,24	9,24	-1,01	0,00	-125,12	0,00	123.451
22	100	40	9,24	9,24	-0,69	0,00	-125,12	0,00	182.383
23	100	40	9,24	9,24	-0,41	0,00	-125,12	0,00	307.482
24	100	40	9,24	9,24	-0,19	0,00	-125,12	0,00	657.843

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	31 di 109

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
25	100	40	9,24	9,24	-0,05	0,00	-125,12	0,00	2508.143
26	100	40	9,24	9,24	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A _{sw}	area ferri a taglio espresso in [cmq]
cotθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V _{rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V _{rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V _{rd}	resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A _{sw} >0.0) V _{rd} =min(V _{rcd} , V _{rsd}).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Contrafforte

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{rcd}	V _{rsd}	V _{rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	20	32	0,00	2,50	122,62	754,27	122,62	0,00	100.000
2	20	34	0,00	2,50	129,53	796,36	129,53	0,09	1423.168
3	20	35	0,00	2,50	136,43	838,45	136,43	0,29	471.272
4	20	37	0,00	2,50	143,34	880,54	143,34	0,59	240.974
5	20	38	0,00	2,50	150,25	922,63	150,25	1,01	149.292
6	20	40	0,00	2,50	157,16	964,72	157,16	1,52	103.088
7	20	41	0,00	2,50	164,08	1006,81	164,08	2,15	76.331
8	20	43	0,00	2,50	170,99	1048,90	170,99	2,88	59.343
9	20	45	0,00	2,50	177,91	1090,99	177,91	3,72	47.823
10	20	46	0,00	2,50	184,83	1133,08	184,83	4,67	39.614
11	20	48	0,00	2,50	191,75	1175,18	191,75	5,72	33.533
12	20	49	0,00	2,50	198,67	1217,27	198,67	6,88	28.888
13	20	51	0,00	2,50	205,59	1259,36	205,59	8,14	25.249
14	20	52	0,00	2,50	212,51	1301,45	212,51	9,51	22.348
15	20	54	0,00	2,50	219,44	1343,54	219,44	10,99	19.963
16	20	55	0,00	2,50	226,36	1385,63	226,36	12,68	17.856
17	20	57	0,00	2,50	233,29	1427,72	233,29	14,58	16.006

Fondazione

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{rcd}	V _{rsd}	V _{rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	0,00	100.000
2	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-2,21	88.448
3	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-4,40	44.447
4	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-6,56	29.781
5	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-8,70	22.449
6	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-10,83	18.051
7	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-12,92	15.120
8	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-15,00	13.027
9	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-17,05	11.458
10	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-11,42	17.109
11	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-10,46	18.679
12	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-9,55	20.455
13	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-8,70	22.469
14	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-7,89	24.759
15	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-7,14	27.368
16	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-6,44	30.344
17	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-5,79	33.742
18	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-5,19	37.617
19	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-4,65	42.022
20	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-4,16	47.000
21	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-3,68	53.121
22	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-3,13	62.340
23	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-2,57	76.136
24	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-1,85	105.352
25	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-1,00	195.548

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	32 di 109

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
26	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	0,00	100.000

10.1.4 Verifiche strutturali SLE

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A _{fi}	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
A _{fs}	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente, espressa in [kN]
σ _c	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

Combinazioni SLER

Contrafforte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	14940	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

n°	B	H	A _{fi}	A _{fs}	M	N	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	20	32	7,70	10,05	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	20	34	7,70	10,05	0,00	0,46	3 (10)	23 (10)	30 (10)
3	20	35	7,70	10,05	0,01	0,92	6 (10)	39 (10)	61 (10)
4	20	37	7,70	10,05	0,02	1,40	9 (10)	44 (10)	95 (10)
5	20	38	7,70	10,05	0,05	1,88	13 (10)	35 (10)	134 (10)
6	20	40	7,70	10,05	0,10	2,36	18 (10)	8 (10)	178 (10)
7	20	41	7,70	10,05	0,17	2,86	23 (10)	56 (10)	230 (10)
8	20	43	7,70	10,05	0,27	3,36	30 (10)	175 (10)	290 (10)
9	20	45	7,70	10,05	0,40	3,87	38 (10)	360 (10)	358 (10)
10	20	46	7,70	10,05	0,56	4,39	47 (10)	614 (10)	435 (10)
11	20	48	7,70	10,05	0,77	4,91	57 (10)	941 (10)	521 (10)
12	20	49	15,39	10,05	1,03	5,44	71 (10)	1325 (10)	513 (10)
13	20	51	7,70	10,05	1,34	5,98	81 (10)	1816 (10)	716 (10)
14	20	52	7,70	10,05	1,70	6,53	95 (10)	2369 (10)	826 (10)
15	20	54	7,70	10,05	2,12	7,08	109 (10)	3000 (10)	945 (10)
16	20	55	7,70	10,05	2,61	7,65	125 (10)	3720 (10)	1073 (10)
17	20	57	7,70	10,05	3,18	8,22	142 (10)	4552 (10)	1213 (10)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19920	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	1255271	[kPa]

n°	B	H	A _{fi}	A _{fs}	M	N	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	100	40	9,24	9,24	0,04	0,00	2 (10)	118 (10)	17 (10)
3	100	40	9,24	9,24	0,15	0,00	9 (10)	483 (10)	71 (10)
4	100	40	9,24	9,24	0,34	0,00	22 (10)	1112 (10)	164 (10)
5	100	40	9,24	9,24	0,62	0,00	39 (10)	2020 (10)	298 (10)
6	100	40	9,24	9,24	0,99	0,00	63 (10)	3225 (10)	476 (10)
7	100	40	9,24	9,24	1,45	0,00	92 (10)	4741 (10)	700 (10)
8	100	40	9,24	9,24	2,01	0,00	128 (10)	6586 (10)	972 (10)
9	100	40	9,24	9,24	2,68	0,00	170 (10)	8776 (10)	1295 (10)
10	100	40	9,24	9,24	2,02	0,00	128 (10)	6609 (10)	975 (10)
11	100	40	9,24	9,24	1,89	0,00	120 (10)	6188 (10)	913 (10)
12	100	40	9,24	9,24	1,74	0,00	110 (10)	5680 (10)	838 (10)
13	100	40	9,24	9,24	1,56	0,00	99 (10)	5107 (10)	754 (10)
14	100	40	9,24	9,24	1,37	0,00	87 (10)	4488 (10)	662 (10)
15	100	40	9,24	9,24	1,18	0,00	75 (10)	3845 (10)	568 (10)
16	100	40	9,24	9,24	0,98	0,00	62 (10)	3199 (10)	472 (10)
17	100	40	9,24	9,24	0,79	0,00	50 (10)	2569 (10)	379 (10)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	33 di 109

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
18	100	40	9,24	9,24	0,60	0,00	38 (10)	1976 (10)	292 (10)
19	100	40	9,24	9,24	0,44	0,00	28 (10)	1442 (10)	213 (10)
20	100	40	9,24	9,24	0,30	0,00	19 (10)	988 (10)	146 (10)
21	100	40	9,24	9,24	0,19	0,00	12 (10)	630 (10)	93 (10)
22	100	40	9,24	9,24	0,11	0,00	7 (10)	367 (10)	54 (10)
23	100	40	9,24	9,24	0,06	0,00	4 (10)	187 (10)	28 (10)
24	100	40	9,24	9,24	0,02	0,00	1 (10)	74 (10)	11 (10)
25	100	40	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (10)	16 (10)	0 (10)
26	100	40	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)

Combinazioni SLEQ

Contrafforte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11205 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	20	32	7,70	10,05	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	20	34	7,70	10,05	0,00	0,46	3 (12)	23 (12)	30 (12)
3	20	35	7,70	10,05	0,01	0,92	6 (12)	39 (12)	61 (12)
4	20	37	7,70	10,05	0,02	1,40	9 (12)	44 (12)	95 (12)
5	20	38	7,70	10,05	0,05	1,88	13 (12)	35 (12)	134 (12)
6	20	40	7,70	10,05	0,10	2,36	18 (12)	8 (12)	178 (12)
7	20	41	7,70	10,05	0,17	2,86	23 (12)	56 (12)	230 (12)
8	20	43	7,70	10,05	0,27	3,36	30 (12)	175 (12)	290 (12)
9	20	45	7,70	10,05	0,40	3,87	38 (12)	360 (12)	358 (12)
10	20	46	7,70	10,05	0,56	4,39	47 (12)	614 (12)	435 (12)
11	20	48	7,70	10,05	0,77	4,91	57 (12)	941 (12)	521 (12)
12	20	49	15,39	10,05	1,03	5,44	71 (12)	1325 (12)	513 (12)
13	20	51	7,70	10,05	1,34	5,98	81 (12)	1816 (12)	716 (12)
14	20	52	7,70	10,05	1,70	6,53	95 (12)	2369 (12)	826 (12)
15	20	54	7,70	10,05	2,12	7,08	109 (12)	3000 (12)	945 (12)
16	20	55	7,70	10,05	2,61	7,65	125 (12)	3720 (12)	1073 (12)
17	20	57	7,70	10,05	3,18	8,22	142 (12)	4552 (12)	1213 (12)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 1569089 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	100	40	9,24	9,24	0,04	0,00	2 (12)	120 (12)	18 (12)
3	100	40	9,24	9,24	0,15	0,00	10 (12)	491 (12)	72 (12)
4	100	40	9,24	9,24	0,34	0,00	22 (12)	1127 (12)	166 (12)
5	100	40	9,24	9,24	0,63	0,00	40 (12)	2045 (12)	302 (12)
6	100	40	9,24	9,24	1,00	0,00	63 (12)	3260 (12)	481 (12)
7	100	40	9,24	9,24	1,46	0,00	93 (12)	4787 (12)	707 (12)
8	100	40	9,24	9,24	2,03	0,00	129 (12)	6642 (12)	980 (12)
9	100	40	9,24	9,24	2,70	0,00	171 (12)	8839 (12)	1305 (12)
10	100	40	9,24	9,24	1,37	0,00	87 (12)	4493 (12)	663 (12)
11	100	40	9,24	9,24	1,31	0,00	83 (12)	4287 (12)	633 (12)
12	100	40	9,24	9,24	1,22	0,00	77 (12)	3988 (12)	589 (12)
13	100	40	9,24	9,24	1,11	0,00	70 (12)	3616 (12)	534 (12)
14	100	40	9,24	9,24	0,98	0,00	62 (12)	3191 (12)	471 (12)
15	100	40	9,24	9,24	0,84	0,00	53 (12)	2733 (12)	403 (12)
16	100	40	9,24	9,24	0,69	0,00	44 (12)	2260 (12)	334 (12)
17	100	40	9,24	9,24	0,55	0,00	35 (12)	1794 (12)	265 (12)
18	100	40	9,24	9,24	0,41	0,00	26 (12)	1352 (12)	200 (12)
19	100	40	9,24	9,24	0,29	0,00	19 (12)	955 (12)	141 (12)
20	100	40	9,24	9,24	0,19	0,00	12 (12)	623 (12)	92 (12)
21	100	40	9,24	9,24	0,11	0,00	7 (12)	372 (12)	55 (12)
22	100	40	9,24	9,24	0,06	0,00	4 (12)	199 (12)	29 (12)
23	100	40	9,24	9,24	0,03	0,00	2 (12)	90 (12)	13 (12)
24	100	40	9,24	9,24	0,01	0,00	1 (12)	30 (12)	5 (12)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	34 di 109

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
25	100	40	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (1)	5 (12)	0 (1)
26	100	40	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

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

Combinazioni SLEF

Contrafforte

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	20	32	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	20	34	0,00	0,00	0,00	1,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	20	35	0,00	0,00	0,01	7,49	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	20	37	0,00	0,00	0,02	25,63	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	20	38	0,00	0,00	0,05	131,19	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	20	40	0,00	0,00	0,10	174,61	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	20	41	10,05	90,97	0,17	82,58	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	20	43	10,05	153,74	0,27	65,38	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	20	45	10,05	204,17	0,40	59,35	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	20	46	10,05	244,27	0,56	57,12	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	20	48	10,05	277,10	0,77	56,65	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	20	49	10,05	305,77	1,03	57,37	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	20	51	10,05	329,68	1,34	58,26	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	20	52	10,05	351,99	1,70	59,78	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	20	54	10,05	372,62	2,12	61,60	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	20	55	10,05	392,19	2,61	63,63	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	20	57	10,05	411,10	3,18	65,79	0,000000	0,00	0,000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	100	40	9,24	1594,23	0,04	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	100	40	9,24	1594,23	0,15	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	100	40	9,24	1594,23	0,34	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	100	40	9,24	1594,23	0,62	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	100	40	9,24	1594,23	0,99	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	100	40	9,24	1594,23	1,45	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	100	40	9,24	1594,23	2,01	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	100	40	9,24	1594,23	2,68	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	100	40	9,24	1594,23	1,76	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	100	40	9,24	1594,23	1,66	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	100	40	9,24	1594,23	1,53	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	100	40	9,24	1594,23	1,38	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	100	40	9,24	1594,23	1,21	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	100	40	9,24	1594,23	1,04	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	100	40	9,24	1594,23	0,86	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	100	40	9,24	1594,23	0,69	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	100	40	9,24	1594,23	0,53	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	100	40	9,24	1594,23	0,38	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	100	40	9,24	1594,23	0,26	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	100	40	9,24	1594,23	0,16	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc REL	N.prog. 03	Rev. A	Pag.di Pag. 35 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	--------------------------

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
22	100	40	9,24	1594,23	0,09	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
23	100	40	9,24	1594,23	0,05	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
24	100	40	9,24	1594,23	0,02	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
25	100	40	9,24	1594,23	0,00	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
26	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)

Combinazioni SLEQ

Contrafforte

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	20	32	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	20	34	0,00	0,00	0,00	1,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	20	35	0,00	0,00	0,01	7,49	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	20	37	0,00	0,00	0,02	25,63	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	20	38	0,00	0,00	0,05	131,19	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	20	40	0,00	0,00	0,10	174,61	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	20	41	10,05	90,97	0,17	82,58	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	20	43	10,05	153,74	0,27	65,38	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	20	45	10,05	204,17	0,40	59,35	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	20	46	10,05	244,27	0,56	57,12	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	20	48	10,05	277,10	0,77	56,65	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	20	49	10,05	305,77	1,03	57,37	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	20	51	10,05	329,68	1,34	58,26	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	20	52	10,05	351,99	1,70	59,78	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	20	54	10,05	372,62	2,12	61,60	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	20	55	10,05	392,19	2,61	63,63	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	20	57	10,05	411,10	3,18	65,79	0,000000	0,00	0,000 (12)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	100	40	9,24	1594,23	0,04	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	100	40	9,24	1594,23	0,15	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	100	40	9,24	1594,23	0,34	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	100	40	9,24	1594,23	0,63	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	100	40	9,24	1594,23	1,00	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	100	40	9,24	1594,23	1,46	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	100	40	9,24	1594,23	2,03	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	100	40	9,24	1594,23	2,70	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	100	40	9,24	1594,23	1,37	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	100	40	9,24	1594,23	1,31	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	100	40	9,24	1594,23	1,22	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	100	40	9,24	1594,23	1,11	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	100	40	9,24	1594,23	0,98	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	100	40	9,24	1594,23	0,84	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	100	40	9,24	1594,23	0,69	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	100	40	9,24	1594,23	0,55	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
18	100	40	9,24	1594,23	0,41	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	100	40	9,24	1594,23	0,29	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	100	40	9,24	1594,23	0,19	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	100	40	9,24	1594,23	0,11	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
22	100	40	9,24	1594,23	0,06	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
23	100	40	9,24	1594,23	0,03	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
24	100	40	9,24	1594,23	0,01	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
25	100	40	9,24	1594,23	0,00	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
26	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)

10.1.5 Verifiche di stabilita' locale

Si riportano di seguito i coefficienti di sicurezza per la valutazione della capacità portante nonché

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	36 di 109

i coefficienti di sicurezzi minimi provenienti dalla analisi.

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	49,83	0,00	0,00	--	--	49,83	31,47	1.583
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	51,93	0,00	0,00	--	--	51,93	46,44	1.118

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	71,14	500,36	357,40	7.033
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	83,58	441,60	315,43	5.284

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r _γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _γ N, viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	r _γ	D	B'	H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	25.803	0.540	1.125	--	--	--	--	0.980	0,90	2,40	2,00	10,19	28.00	10
	14.720	0.540	1.062	--	--	--	--							
	11.190	0.022	1.062	--	--	--	--							
2	25.803	0.444	1.125	--	--	--	--	0.980	0,90	2,40	2,00	10,19	28.00	10
	14.720	0.444	1.062	--	--	--	--							
	11.190	0.005	1.062	--	--	--	--							

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
7 - EQU	141,35	69,38	2.037
9 - EQU H - V	152,46	76,98	1.980

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	37 di 109

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	0,00; 4,50	6,65	1.783
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	0,00; 4,50	6,65	1.442

10.1.6 Verifica di stabilità globale

L'analisi di stabilità globale condotta secondo il metodo di Bishop semplificato ha portato ai risultati che seguono.

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	0,00; 4,50	6,65	1.783
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	0,00; 4,50	6,65	1.445
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	0,00; 4,50	6,65	1.442

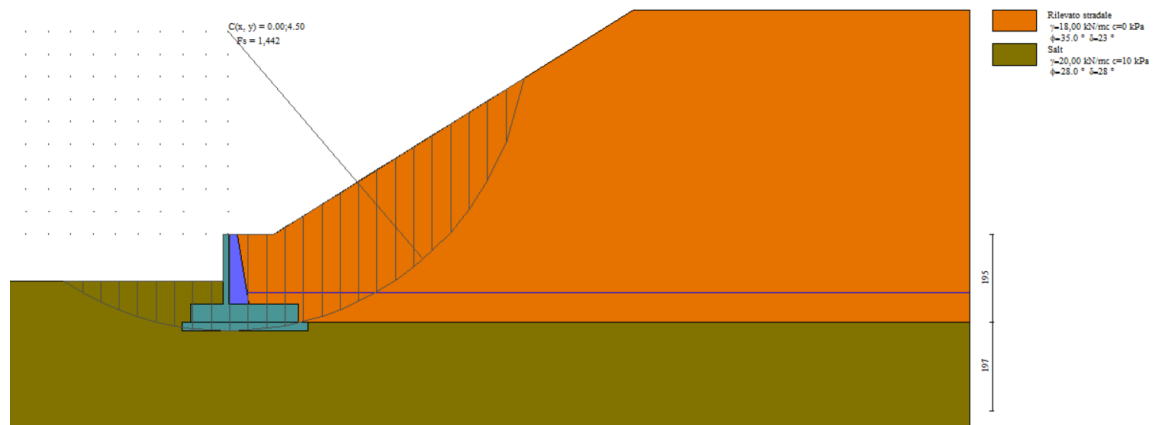


Figura 8 - Verifica di stabilità globale dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 1

10.2 Muri di sottoscarpa - fondazione diretta - tipo 2

10.2.1 Modello di calcolo

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica del modello di calcolo adottato.

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	38 di 109

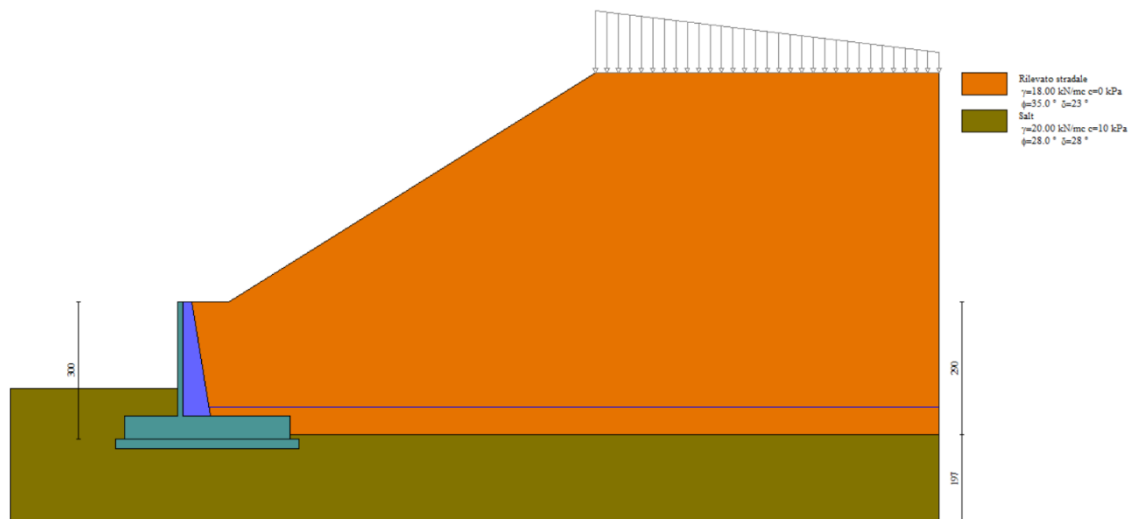


Figura 9 - Modello di calcolo dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 2

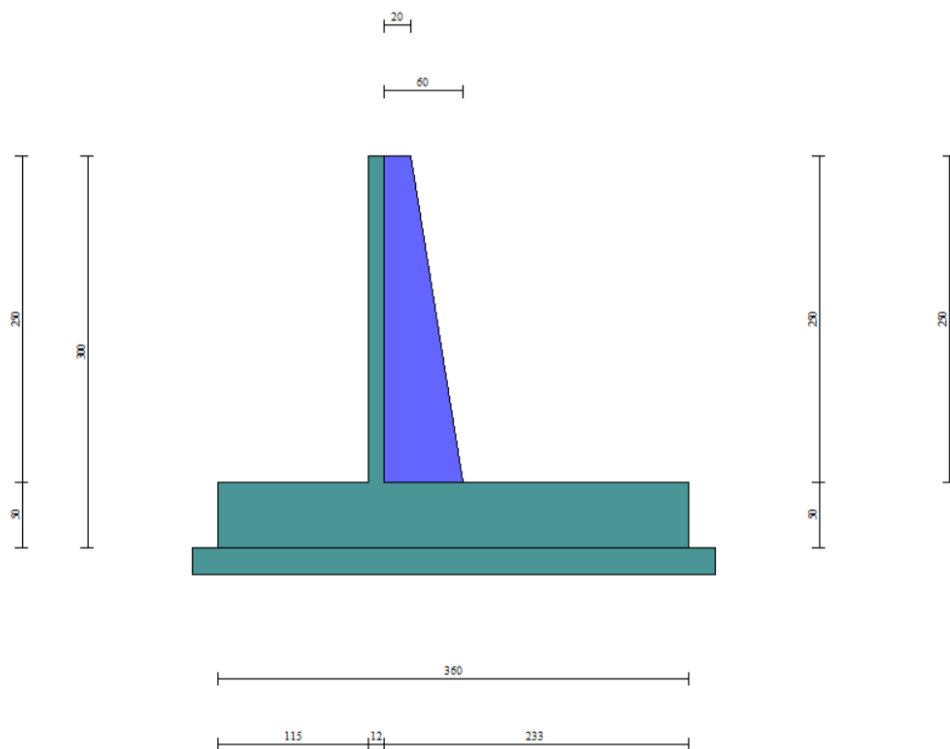


Figura 10 - Geometria dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 2

Spinta e forze (involuppo):

Simbologia adottata

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

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	39 di 109

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	93,20	23,55	85,43	37,24	2,33	-1,74
	Peso/Inerzia muro			0,00	51,49/0,00	0,45	-2,54
	Peso/Inerzia contrafforte			0,00	3,89/0,00	0,22	-1,46
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	111,94/0,00	1,23	-1,12
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,00	10,73	-0,70	-2,20
	Spinta falda da monte			2,69		2,33	-2,78
	Sottostinta della falda				29,83	0,53	-3,00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
2	Spinta statica	60,50	23,51	55,48	24,14	2,33	-1,68
	Incremento di spinta sismica		34,04	31,21	13,58	2,33	-1,72
	Peso/Inerzia muro			5,34	51,49/2,67	0,45	-2,54
	Peso/Inerzia contrafforte			0,40	3,89/0,20	0,22	-1,46
	Peso/Inerzia terrapieno			11,62	111,94/5,81	1,23	-1,12
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			1,11	10,73	-0,70	-2,20
	Spinta falda da monte			2,07		2,33	-2,78
	Sottostinta della falda				22,95	0,53	-3,00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00

Inviluppo delle sollecitazioni paramento (contrafforte prefabbricato):

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	0,37	0,37	0,03	0,10	0,00	0,00
3	-0,20	0,74	0,74	0,10	0,31	0,01	0,02
4	-0,30	1,11	1,11	0,23	0,64	0,02	0,07
5	-0,40	1,48	1,48	0,41	1,08	0,05	0,15
6	-0,50	1,85	1,85	0,64	1,64	0,11	0,29
7	-0,60	2,22	2,22	0,92	2,31	0,18	0,49
8	-0,70	2,59	2,59	1,25	3,10	0,29	0,75
9	-0,80	2,97	2,97	1,63	4,00	0,44	1,11
10	-0,90	3,34	3,34	2,06	5,02	0,62	1,56
11	-1,00	3,71	3,71	2,55	6,15	0,85	2,12
12	-1,10	4,08	4,08	3,08	7,40	1,13	2,79
13	-1,20	4,45	4,45	3,67	8,76	1,47	3,60
14	-1,30	4,82	4,82	4,30	10,24	1,87	4,55
15	-1,40	5,19	5,19	4,99	11,84	2,33	5,65
16	-1,50	5,56	5,56	5,73	13,55	2,87	6,92
17	-1,60	5,93	5,93	6,54	15,40	3,48	8,37
18	-1,70	6,30	6,30	7,44	17,40	4,18	10,00
19	-1,80	6,67	6,67	8,45	19,57	4,97	11,85
20	-1,90	7,04	7,04	9,59	21,94	5,87	13,93
21	-2,00	7,41	7,41	10,85	24,49	6,89	16,24
22	-2,10	7,78	7,78	12,22	27,22	8,05	18,83
23	-2,20	8,16	8,16	13,70	30,13	9,34	21,69
24	-2,30	8,53	8,53	15,29	33,20	10,79	24,86
25	-2,40	8,90	8,90	16,99	36,45	12,40	28,34
26	-2,50	9,27	9,27	18,90	39,98	14,20	32,16

Inviluppo delle sollecitazioni fondazione:

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-1,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1,17	0,00	0,00	1,79	4,00	0,09	0,19

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

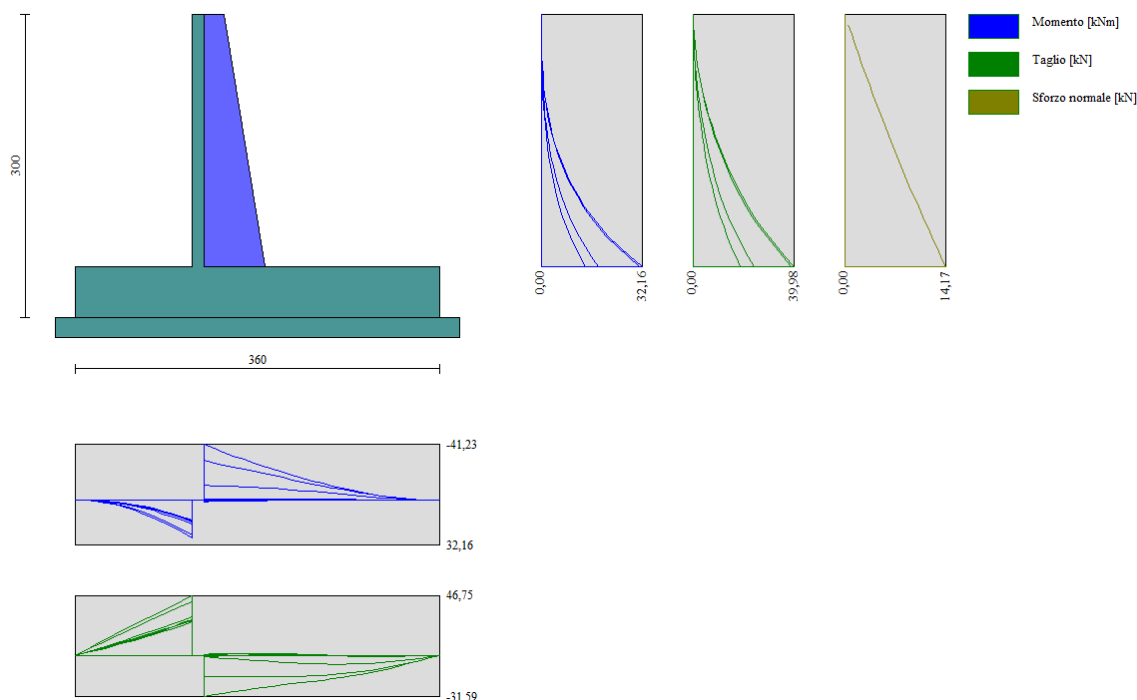
OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc REL	N.prog. 03	Rev. A	Pag. di Pag. 40 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	---------------------------

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
3	-1,08	0,00	0,00	3,65	7,98	0,34	0,77
4	-0,98	0,00	0,00	5,57	11,95	0,79	1,72
5	-0,89	0,00	0,00	7,57	15,89	1,42	3,06
6	-0,79	0,00	0,00	9,64	19,82	2,24	4,77
7	-0,69	0,00	0,00	11,77	23,72	3,26	6,85
8	-0,60	0,00	0,00	13,98	27,61	4,50	9,31
9	-0,50	0,00	0,00	16,25	31,47	5,95	12,14
10	-0,41	0,00	0,00	18,59	35,32	7,61	15,34
11	-0,31	0,00	0,00	21,01	39,15	9,51	18,91
12	-0,22	0,00	0,00	23,49	42,96	11,64	22,85
13	-0,12	0,00	0,00	26,04	46,75	14,02	27,15
14	0,00	0,00	0,00	-31,59	0,66	-41,23	1,04
15	0,10	0,00	0,00	-30,30	0,98	-38,23	0,96
16	0,19	0,00	0,00	-29,07	1,24	-35,35	0,85
17	0,29	0,00	0,00	-27,87	1,43	-32,58	0,72
18	0,39	0,00	0,00	-26,72	1,55	-29,93	0,57
19	0,49	0,00	0,00	-25,62	1,61	-27,39	0,42
20	0,58	0,00	0,00	-24,56	1,60	-24,96	0,26
21	0,68	0,00	0,00	-23,54	1,53	-22,62	0,11
22	0,78	0,00	0,00	-22,57	1,39	-20,39	-0,03
23	0,87	0,00	0,00	-21,63	1,18	-18,24	-0,16
24	0,97	0,00	0,00	-20,75	0,90	-16,18	-0,26
25	1,07	0,00	0,00	-19,87	0,59	-14,21	-0,33
26	1,17	0,00	0,00	-18,91	0,30	-12,33	-0,37
27	1,26	0,00	0,00	-17,85	0,06	-10,54	-0,39
28	1,36	0,00	0,00	-16,70	-0,14	-8,87	-0,38
29	1,46	0,00	0,00	-15,45	-0,30	-7,30	-0,36
30	1,55	0,00	0,00	-14,11	-0,43	-5,87	-0,32
31	1,65	0,00	0,00	-12,68	-0,51	-4,57	-0,28
32	1,75	0,00	0,00	-11,15	-0,55	-3,41	-0,23
33	1,84	0,00	0,00	-9,52	-0,55	-2,41	-0,17
34	1,94	0,00	0,00	-7,81	-0,52	-1,56	-0,12
35	2,04	0,00	0,00	-6,00	-0,44	-0,89	-0,07
36	2,14	0,00	0,00	-4,09	-0,33	-0,40	-0,03
37	2,23	0,00	0,00	-2,09	-0,18	-0,10	-0,01
38	2,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	41 di 109


Figura 11 - Inviluppo delle sollecitazioni dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 2

10.2.2 Armature di progetto

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della fondazione (di larghezza pari ad 1 m):

Tabella 15 – Armature di progetto paramento e fondazione

CONTRAFFORTE		FONDAZIONE	
Tipo armatura	ferri	Tipo armatura	ferri
Dritto inferiore	5φ14	Dritto superiore	6φ14
Dritto superiore	5φ16	Dritto inferiore	6φ14
Dritto superiore sec	5φ14	Ripartitore	18φ14
Secondari	2φ16	Gancio	(2x2)φ14/m
Staffa orizzontale	11φ8 (passo 25 cm)		

Ai fini delle verifiche strutturali sono state considerate le armature riportate nella tabella seguente:

Elemento	Armatura a flessione		Armatura a taglio
	A _{f1}	A _{f2}	A _t
CONTRAFFORTE	5φ16	5φ14	[-]
FONDAZIONE	6φ14	6φ14	[-]

dove:

A_{f1} armatura lato teso;

A_{f2} armatura lato compresso;

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc REL	N.prog. 03	Rev. A	Pag. di Pag. 42 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	---------------------------

A_t armatura a taglio.

Si precisa che, ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per il paramento (contrafforte) e la fondazione ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm.

10.2.3 Verifiche strutturali SLU

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

Contrafforte

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	20	32	7,70	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	20	34	7,70	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
3	20	35	7,70	10,05	0,02	0,95	68,70	2828,45	2967.254
4	20	37	7,70	10,05	0,07	1,44	124,97	2594,10	1799.458
5	20	38	7,70	10,05	0,15	1,94	186,50	2343,29	1209.235
6	20	40	7,70	10,05	0,29	2,44	232,60	1965,58	804.940
7	20	42	7,70	10,05	0,49	2,95	237,96	1448,71	490.454
8	20	43	7,70	10,05	0,75	3,47	232,39	1070,02	308.047
9	20	45	7,70	10,05	1,11	4,00	222,94	804,96	201.181
10	20	46	7,70	10,05	1,56	4,54	218,86	637,30	140.479
11	20	48	7,70	10,05	2,12	5,08	218,43	524,56	103.262
12	20	50	7,70	10,05	2,79	5,63	220,18	444,11	78.867
13	20	51	7,70	10,05	3,60	6,19	221,56	381,08	61.562
14	20	53	7,70	10,05	4,55	6,76	223,78	332,45	49.201
15	20	54	7,70	10,05	5,65	7,33	226,86	294,31	40.143
16	20	56	7,70	10,05	6,92	7,91	230,55	263,69	33.319
17	20	58	7,70	10,05	8,37	8,50	234,71	238,60	28.056
18	20	59	7,70	10,05	10,00	9,10	239,21	217,65	23.911
19	20	61	7,70	10,05	11,85	9,71	243,96	199,86	20.585
20	20	62	7,70	10,05	13,93	10,32	248,91	184,52	17.875
21	20	64	15,39	10,05	16,24	10,94	253,77	170,97	15.621
22	20	66	7,70	10,05	18,83	11,57	259,26	159,36	13.769
23	20	67	7,70	10,05	21,69	12,21	264,60	148,94	12.196
24	20	69	7,70	10,05	24,86	12,86	270,04	139,66	10.862
25	20	70	7,70	10,05	28,34	13,51	275,56	131,36	9.723
26	20	72	7,70	10,05	32,16	14,17	281,14	123,88	8.742

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	50	9,24	9,24	0,19	0,00	160,43	0,00	836.042
3	100	50	9,24	9,24	0,77	0,00	160,43	0,00	209.346
4	100	50	9,24	9,24	1,72	0,00	160,43	0,00	93.192
5	100	50	9,24	9,24	3,06	0,00	160,43	0,00	52.505
6	100	50	9,24	9,24	4,77	0,00	160,43	0,00	33.657
7	100	50	9,24	9,24	6,85	0,00	160,43	0,00	23.411
8	100	50	9,24	9,24	9,31	0,00	160,43	0,00	17.228
9	100	50	9,24	9,24	12,14	0,00	160,43	0,00	13.211
10	100	50	9,24	9,24	15,34	0,00	160,43	0,00	10.455

2.12PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	43 di 109

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
11	100	50	9,24	9,24	18,91	0,00	160,43	0,00	8.483
12	100	50	9,24	9,24	22,85	0,00	160,43	0,00	7.022
13	100	50	9,24	9,24	27,15	0,00	160,43	0,00	5.910
14	100	50	9,24	9,24	-41,23	0,00	-160,43	0,00	3.891
15	100	50	9,24	9,24	-38,23	0,00	-160,43	0,00	4.197
16	100	50	9,24	9,24	-35,35	0,00	-160,43	0,00	4.539
17	100	50	9,24	9,24	-32,58	0,00	-160,43	0,00	4.924
18	100	50	9,24	9,24	-29,93	0,00	-160,43	0,00	5.360
19	100	50	9,24	9,24	-27,39	0,00	-160,43	0,00	5.857
20	100	50	9,24	9,24	-24,96	0,00	-160,43	0,00	6.428
21	100	50	9,24	9,24	-22,62	0,00	-160,43	0,00	7.091
22	100	50	9,24	9,24	-20,39	0,00	-160,43	0,00	7.870
23	100	50	9,24	9,24	-18,24	0,00	-160,43	0,00	8.795
24	100	50	9,24	9,24	-16,18	0,00	-160,43	0,00	9.913
25	100	50	9,24	9,24	-14,21	0,00	-160,43	0,00	11.289
26	100	50	9,24	9,24	-12,33	0,00	-160,43	0,00	13.013
27	100	50	9,24	9,24	-10,54	0,00	-160,43	0,00	15.217
28	100	50	9,24	9,24	-8,87	0,00	-160,43	0,00	18.096
29	100	50	9,24	9,24	-7,30	0,00	-160,43	0,00	21.964
30	100	50	9,24	9,24	-5,87	0,00	-160,43	0,00	27.337
31	100	50	9,24	9,24	-4,57	0,00	-160,43	0,00	35.122
32	100	50	9,24	9,24	-3,41	0,00	-160,43	0,00	47.038
33	100	50	9,24	9,24	-2,41	0,00	-160,43	0,00	66.663
34	100	50	9,24	9,24	-1,56	0,00	-160,43	0,00	102.541
35	100	50	9,24	9,24	-0,89	0,00	-160,43	0,00	179.501
36	100	50	9,24	9,24	-0,40	0,00	-160,43	0,00	397.783
37	100	50	9,24	9,24	-0,10	0,00	-160,43	0,00	1567.477
38	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

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

Contrafforte

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{rcd}	V _{rsd}	V _{rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	20	32	0,00	2,50	122,62	991,32	122,62	0,00	100.000
2	20	34	0,00	2,50	129,69	1047,97	129,69	0,10	1344.832
3	20	35	0,00	2,50	136,77	1104,62	136,77	0,31	442.907
4	20	37	0,00	2,50	143,84	1161,26	143,84	0,64	226.057
5	20	38	0,00	2,50	150,92	1217,91	150,92	1,08	139.943
6	20	40	0,00	2,50	158,00	1274,56	158,00	1,64	96.601
7	20	42	0,00	2,50	165,08	1331,20	165,08	2,31	71.525
8	20	43	0,00	2,50	172,16	1387,85	172,16	3,10	55.614
9	20	45	0,00	2,50	179,24	1444,50	179,24	4,00	44.827
10	20	46	0,00	2,50	186,33	1501,15	186,33	5,02	37.141
11	20	48	0,00	2,50	193,41	1557,79	193,41	6,15	31.448
12	20	50	0,00	2,50	200,50	1614,44	200,50	7,40	27.099
13	20	51	0,00	2,50	207,59	1671,09	207,59	8,76	23.690
14	20	53	0,00	2,50	214,68	1727,73	214,68	10,24	20.961
15	20	54	0,00	2,50	221,77	1784,38	221,77	11,84	18.735
16	20	56	0,00	2,50	228,86	1841,03	228,86	13,55	16.888
17	20	58	0,00	2,50	235,96	1897,67	235,96	15,40	15.327
18	20	59	0,00	2,50	243,06	1954,32	243,06	17,40	13.970
19	20	61	0,00	2,50	250,15	2010,97	250,15	19,57	12.781
20	20	62	0,00	2,50	257,25	2067,62	257,25	21,94	11.727

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	44 di 109

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
21	20	64	0,00	2,50	264,35	2124,26	264,35	24,49	10.794
22	20	66	0,00	2,50	271,45	2180,91	271,45	27,22	9.972
23	20	67	0,00	2,50	278,55	2237,56	278,55	30,13	9.246
24	20	69	0,00	2,50	285,66	2294,20	285,66	33,20	8.605
25	20	70	0,00	2,50	292,76	2350,85	292,76	36,45	8.032
26	20	72	0,00	2,50	299,87	2407,50	299,87	39,98	7.501

Fondazione

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	0,00	100.000
2	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-4,00	54.670
3	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-7,98	27.401
4	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-11,95	18.311
5	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-15,89	13.767
6	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-19,82	11.040
7	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-23,72	9.222
8	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-27,61	7.924
9	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-31,47	6.951
10	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-35,32	6.193
11	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-39,15	5.588
12	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-42,96	5.092
13	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-46,75	4.679
14	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-50,52	4.326
15	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-54,28	4.021
16	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-58,03	3.764
17	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-61,77	3.554
18	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-65,49	3.389
19	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-69,20	3.268
20	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-72,89	3.189
21	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-76,56	3.150
22	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-80,21	3.150
23	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-83,84	3.189
24	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-87,45	3.268
25	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-91,03	3.389
26	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-94,59	3.554
27	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-98,12	3.764
28	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-101,63	4.021
29	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-105,11	4.326
30	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-108,56	4.679
31	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-112,00	5.092
32	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-115,41	5.588
33	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-118,80	6.193
34	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-122,17	6.951
35	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-125,52	7.924
36	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-128,85	9.222
37	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-132,16	10.794
38	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-135,45	12.605

10.2.4 Verifiche strutturali SLE

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A _{fi}	area ferri inferiori, espressa in [cmq]
A _{fs}	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente, espressa in [kN]
σ _c	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

Combinazioni SLER

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc REL	N.prog. 03	Rev. A	Pag. di Pag. 45 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	---------------------------

Contrafforte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

14940

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

360000

[kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	20	32	7,70	10,05	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	20	34	7,70	10,05	0,00	0,47	3 (10)	23 (10)	31 (10)
3	20	35	7,70	10,05	0,01	0,95	6 (10)	40 (10)	63 (10)
4	20	37	7,70	10,05	0,02	1,44	10 (10)	44 (10)	99 (10)
5	20	38	7,70	10,05	0,05	1,94	14 (10)	32 (10)	140 (10)
6	20	40	7,70	10,05	0,11	2,44	19 (10)	0 (1)	186 (10)
7	20	42	7,70	10,05	0,18	2,95	25 (10)	76 (10)	241 (10)
8	20	43	7,70	10,05	0,29	3,47	32 (10)	213 (10)	305 (10)
9	20	45	7,70	10,05	0,44	4,00	40 (10)	423 (10)	378 (10)
10	20	46	7,70	10,05	0,62	4,54	50 (10)	707 (10)	460 (10)
11	20	48	7,70	10,05	0,85	5,08	61 (10)	1069 (10)	551 (10)
12	20	50	7,70	10,05	1,13	5,63	73 (10)	1511 (10)	651 (10)
13	20	51	7,70	10,05	1,47	6,19	87 (10)	2035 (10)	760 (10)
14	20	53	7,70	10,05	1,87	6,76	101 (10)	2643 (10)	877 (10)
15	20	54	7,70	10,05	2,33	7,33	117 (10)	3336 (10)	1004 (10)
16	20	56	7,70	10,05	2,87	7,91	133 (10)	4118 (10)	1141 (10)
17	20	58	7,70	10,05	3,48	8,50	151 (10)	4990 (10)	1286 (10)
18	20	59	7,70	10,05	4,18	9,10	170 (10)	5959 (10)	1442 (10)
19	20	61	7,70	10,05	4,97	9,71	190 (10)	7036 (10)	1608 (10)
20	20	62	7,70	10,05	5,87	10,32	212 (10)	8231 (10)	1787 (10)
21	20	64	15,39	10,05	6,89	10,94	244 (10)	9522 (10)	1656 (10)
22	20	66	7,70	10,05	8,05	11,57	260 (10)	11024 (10)	2186 (10)
23	20	67	7,70	10,05	9,34	12,21	287 (10)	12638 (10)	2407 (10)
24	20	69	7,70	10,05	10,79	12,86	315 (10)	14405 (10)	2643 (10)
25	20	70	7,70	10,05	12,40	13,51	346 (10)	16329 (10)	2895 (10)
26	20	72	7,70	10,05	14,20	14,17	378 (10)	18425 (10)	3164 (10)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

19920

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

1255271

[kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	100	50	9,24	9,24	0,09	0,00	4 (10)	239 (10)	35 (10)
3	100	50	9,24	9,24	0,38	0,00	16 (10)	967 (10)	140 (10)
4	100	50	9,24	9,24	0,87	0,00	37 (10)	2199 (10)	319 (10)
5	100	50	9,24	9,24	1,56	0,00	67 (10)	3951 (10)	573 (10)
6	100	50	9,24	9,24	2,46	0,00	106 (10)	6238 (10)	905 (10)
7	100	50	9,24	9,24	3,59	0,00	154 (10)	9078 (10)	1317 (10)
8	100	50	9,24	9,24	4,93	0,00	212 (10)	12485 (10)	1811 (10)
9	100	50	9,24	9,24	6,51	0,00	279 (10)	16475 (10)	2390 (10)
10	100	50	9,24	9,24	8,32	0,00	357 (10)	21063 (10)	3056 (10)
11	100	50	9,24	9,24	10,37	0,00	445 (10)	26267 (10)	3811 (10)
12	100	50	9,24	9,24	12,68	0,00	544 (10)	32100 (10)	4657 (10)
13	100	50	9,24	9,24	15,24	0,00	654 (10)	38580 (10)	5597 (10)
14	100	50	9,24	9,24	1,04	0,00	44 (10)	2625 (10)	381 (10)
15	100	50	9,24	9,24	0,96	0,00	41 (10)	2423 (10)	352 (10)
16	100	50	9,24	9,24	0,85	0,00	36 (10)	2149 (10)	312 (10)
17	100	50	9,24	9,24	0,72	0,00	31 (10)	1820 (10)	264 (10)
18	100	50	9,24	9,24	0,57	0,00	25 (10)	1452 (10)	211 (10)
19	100	50	9,24	9,24	0,42	0,00	18 (10)	1061 (10)	154 (10)
20	100	50	9,24	9,24	0,26	0,00	11 (10)	665 (10)	96 (10)
21	100	50	9,24	9,24	0,11	0,00	5 (10)	279 (10)	40 (10)
22	100	50	9,24	9,24	-0,03	0,00	1 (10)	12 (10)	81 (10)
23	100	50	9,24	9,24	-0,16	0,00	7 (10)	58 (10)	397 (10)
24	100	50	9,24	9,24	-0,26	0,00	11 (10)	95 (10)	654 (10)
25	100	50	9,24	9,24	-0,33	0,00	14 (10)	121 (10)	837 (10)
26	100	50	9,24	9,24	-0,37	0,00	16 (10)	137 (10)	945 (10)
27	100	50	9,24	9,24	-0,39	0,00	17 (10)	144 (10)	989 (10)
28	100	50	9,24	9,24	-0,39	0,00	17 (10)	142 (10)	979 (10)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	46 di 109

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
29	100	50	9,24	9,24	-0,36	0,00	16 (10)	134 (10)	924 (10)
30	100	50	9,24	9,24	-0,33	0,00	14 (10)	121 (10)	833 (10)
31	100	50	9,24	9,24	-0,28	0,00	12 (10)	104 (10)	717 (10)
32	100	50	9,24	9,24	-0,23	0,00	10 (10)	85 (10)	585 (10)
33	100	50	9,24	9,24	-0,18	0,00	8 (10)	65 (10)	446 (10)
34	100	50	9,24	9,24	-0,12	0,00	5 (10)	45 (10)	312 (10)
35	100	50	9,24	9,24	-0,07	0,00	3 (10)	28 (10)	190 (10)
36	100	50	9,24	9,24	-0,04	0,00	2 (10)	13 (10)	91 (10)
37	100	50	9,24	9,24	-0,01	0,00	0 (10)	0 (1)	24 (10)
38	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)

Combinazioni SLEQ

Contrafforte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

11205

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

450000

[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	20	32	7,70	10,05	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	20	34	7,70	10,05	0,00	0,47	3 (12)	23 (12)	31 (12)
3	20	35	7,70	10,05	0,01	0,95	6 (12)	40 (12)	63 (12)
4	20	37	7,70	10,05	0,02	1,44	10 (12)	44 (12)	99 (12)
5	20	38	7,70	10,05	0,05	1,94	14 (12)	32 (12)	140 (12)
6	20	40	7,70	10,05	0,11	2,44	19 (12)	0 (1)	186 (12)
7	20	42	7,70	10,05	0,18	2,95	25 (12)	76 (12)	241 (12)
8	20	43	7,70	10,05	0,29	3,47	32 (12)	213 (12)	305 (12)
9	20	45	7,70	10,05	0,44	4,00	40 (12)	423 (12)	378 (12)
10	20	46	7,70	10,05	0,62	4,54	50 (12)	707 (12)	460 (12)
11	20	48	7,70	10,05	0,85	5,08	61 (12)	1069 (12)	551 (12)
12	20	50	7,70	10,05	1,13	5,63	73 (12)	1511 (12)	651 (12)
13	20	51	7,70	10,05	1,47	6,19	87 (12)	2035 (12)	760 (12)
14	20	53	7,70	10,05	1,87	6,76	101 (12)	2643 (12)	877 (12)
15	20	54	7,70	10,05	2,33	7,33	117 (12)	3336 (12)	1004 (12)
16	20	56	7,70	10,05	2,87	7,91	133 (12)	4118 (12)	1141 (12)
17	20	58	7,70	10,05	3,48	8,50	151 (12)	4990 (12)	1286 (12)
18	20	59	7,70	10,05	4,18	9,10	170 (12)	5959 (12)	1442 (12)
19	20	61	7,70	10,05	4,97	9,71	190 (12)	7036 (12)	1608 (12)
20	20	62	7,70	10,05	5,87	10,32	212 (12)	8231 (12)	1787 (12)
21	20	64	15,39	10,05	6,89	10,94	244 (12)	9522 (12)	1656 (12)
22	20	66	7,70	10,05	8,05	11,57	260 (12)	11024 (12)	2186 (12)
23	20	67	7,70	10,05	9,34	12,21	287 (12)	12638 (12)	2407 (12)
24	20	69	7,70	10,05	10,79	12,86	315 (12)	14405 (12)	2643 (12)
25	20	70	7,70	10,05	12,40	13,51	346 (12)	16329 (12)	2895 (12)
26	20	72	7,70	10,05	14,20	14,17	378 (12)	18425 (12)	3164 (12)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

14940

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

1569089

[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	100	50	9,24	9,24	0,09	0,00	4 (12)	216 (12)	31 (12)
3	100	50	9,24	9,24	0,34	0,00	15 (12)	873 (12)	127 (12)
4	100	50	9,24	9,24	0,79	0,00	34 (12)	1990 (12)	289 (12)
5	100	50	9,24	9,24	1,42	0,00	61 (12)	3583 (12)	520 (12)
6	100	50	9,24	9,24	2,24	0,00	96 (12)	5669 (12)	822 (12)
7	100	50	9,24	9,24	3,26	0,00	140 (12)	8264 (12)	1199 (12)
8	100	50	9,24	9,24	4,50	0,00	193 (12)	11386 (12)	1652 (12)
9	100	50	9,24	9,24	5,95	0,00	255 (12)	15052 (12)	2184 (12)
10	100	50	9,24	9,24	7,61	0,00	327 (12)	19277 (12)	2797 (12)
11	100	50	9,24	9,24	9,51	0,00	408 (12)	24080 (12)	3494 (12)
12	100	50	9,24	9,24	11,64	0,00	499 (12)	29476 (12)	4276 (12)
13	100	50	9,24	9,24	14,02	0,00	601 (12)	35484 (12)	5148 (12)
14	100	50	9,24	9,24	-0,74	0,00	32 (12)	273 (12)	1881 (12)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	47 di 109

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
15	100	50	9,24	9,24	-0,64	0,00	27 (12)	234 (12)	1616 (12)
16	100	50	9,24	9,24	-0,57	0,00	25 (12)	211 (12)	1455 (12)
17	100	50	9,24	9,24	-0,55	0,00	23 (12)	200 (12)	1381 (12)
18	100	50	9,24	9,24	-0,54	0,00	23 (12)	200 (12)	1376 (12)
19	100	50	9,24	9,24	-0,56	0,00	24 (12)	206 (12)	1422 (12)
20	100	50	9,24	9,24	-0,59	0,00	25 (12)	218 (12)	1503 (12)
21	100	50	9,24	9,24	-0,63	0,00	27 (12)	232 (12)	1600 (12)
22	100	50	9,24	9,24	-0,67	0,00	29 (12)	246 (12)	1697 (12)
23	100	50	9,24	9,24	-0,70	0,00	30 (12)	258 (12)	1775 (12)
24	100	50	9,24	9,24	-0,72	0,00	31 (12)	264 (12)	1817 (12)
25	100	50	9,24	9,24	-0,71	0,00	31 (12)	262 (12)	1808 (12)
26	100	50	9,24	9,24	-0,69	0,00	30 (12)	253 (12)	1745 (12)
27	100	50	9,24	9,24	-0,65	0,00	28 (12)	238 (12)	1639 (12)
28	100	50	9,24	9,24	-0,59	0,00	25 (12)	217 (12)	1497 (12)
29	100	50	9,24	9,24	-0,52	0,00	22 (12)	193 (12)	1328 (12)
30	100	50	9,24	9,24	-0,45	0,00	19 (12)	165 (12)	1140 (12)
31	100	50	9,24	9,24	-0,37	0,00	16 (12)	137 (12)	943 (12)
32	100	50	9,24	9,24	-0,29	0,00	13 (12)	108 (12)	744 (12)
33	100	50	9,24	9,24	-0,22	0,00	9 (12)	80 (12)	552 (12)
34	100	50	9,24	9,24	-0,15	0,00	6 (12)	55 (12)	376 (12)
35	100	50	9,24	9,24	-0,09	0,00	4 (12)	33 (12)	224 (12)
36	100	50	9,24	9,24	-0,04	0,00	2 (12)	15 (12)	105 (12)
37	100	50	9,24	9,24	-0,01	0,00	0 (12)	0 (1)	28 (12)
38	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

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

Combinazioni SLEF

Contrafforte

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	20	32	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	20	34	0,00	0,00	0,00	1,63	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	20	35	0,00	0,00	0,01	8,14	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	20	37	0,00	0,00	0,02	29,06	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	20	38	0,00	0,00	0,05	193,83	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	20	40	0,00	0,00	0,11	139,12	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	20	42	10,05	104,62	0,18	76,81	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	20	43	10,05	166,59	0,29	63,01	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	20	45	10,05	215,54	0,44	58,13	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	20	46	10,05	254,34	0,62	56,46	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	20	48	10,05	286,25	0,85	56,34	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	20	50	10,05	313,61	1,13	57,09	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	20	51	10,05	337,87	1,47	58,39	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	20	53	10,05	360,00	1,87	60,07	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	20	54	10,05	380,59	2,33	62,03	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	20	56	10,05	400,05	2,87	64,21	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	20	58	10,05	418,68	3,48	66,57	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	20	59	10,05	436,70	4,18	69,06	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	20	61	10,05	454,28	4,97	71,67	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	20	62	10,05	471,53	5,87	74,37	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	20	64	10,05	490,36	6,89	77,24	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	20	66	10,05	505,31	8,05	80,02	0,000000	0,00	0,000 (11)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	48 di 109

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
23	20	67	10,05	521,91	9,34	82,96	0,000000	0,00	0,000 (11)
24	20	69	10,05	538,34	10,79	85,97	0,000000	0,00	0,000 (11)
25	20	70	10,05	554,60	12,40	89,07	0,000000	0,00	0,000 (11)
26	20	72	10,05	570,74	14,20	92,22	0,000000	0,00	0,000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	100	50	9,24	2033,93	0,09	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	100	50	9,24	2033,93	0,37	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	100	50	9,24	2033,93	0,84	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	100	50	9,24	2033,93	1,51	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	100	50	9,24	2033,93	2,38	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	100	50	9,24	2033,93	3,47	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	100	50	9,24	2033,93	4,77	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	100	50	9,24	2033,93	6,30	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	100	50	9,24	2033,93	8,06	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	100	50	9,24	2033,93	10,05	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	100	50	9,24	2033,93	12,30	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	100	50	9,24	2033,93	14,79	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	100	50	9,24	2033,93	0,76	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	100	50	9,24	2033,93	0,72	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	100	50	9,24	2033,93	0,65	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	100	50	9,24	2033,93	0,55	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	100	50	9,24	2033,93	0,44	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	100	50	9,24	2033,93	0,31	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	100	50	9,24	2033,93	0,17	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	100	50	9,24	2033,93	0,04	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	100	50	9,24	2971,96	-0,08	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
23	100	50	9,24	2971,96	-0,19	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
24	100	50	9,24	2971,96	-0,28	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
25	100	50	9,24	2971,96	-0,35	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
26	100	50	9,24	2971,96	-0,38	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
27	100	50	9,24	2971,96	-0,39	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
28	100	50	9,24	2971,96	-0,38	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
29	100	50	9,24	2971,96	-0,36	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
30	100	50	9,24	2971,96	-0,32	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
31	100	50	9,24	2971,96	-0,28	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
32	100	50	9,24	2971,96	-0,23	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
33	100	50	9,24	2971,96	-0,17	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
34	100	50	9,24	2971,96	-0,12	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
35	100	50	9,24	2971,96	-0,07	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
36	100	50	9,24	2971,96	-0,03	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
37	100	50	9,24	2971,96	-0,01	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
38	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)

Combinazioni SLEQ

Contrafforte

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	20	32	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	20	34	0,00	0,00	0,00	1,63	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	20	35	0,00	0,00	0,01	8,14	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	20	37	0,00	0,00	0,02	29,06	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	20	38	0,00	0,00	0,05	193,83	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	20	40	0,00	0,00	0,11	139,12	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	20	42	10,05	104,62	0,18	76,81	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	20	43	10,05	166,59	0,29	63,01	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	20	45	10,05	215,54	0,44	58,13	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	20	46	10,05	254,34	0,62	56,46	0,000000	0,00	0,000 (12)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc REL	N. prog. 03	Rev. A	Pag. di Pag. 49 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
11	20	48	10,05	286,25	0,85	56,34	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	20	50	10,05	313,61	1,13	57,09	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	20	51	10,05	337,87	1,47	58,39	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	20	53	10,05	360,00	1,87	60,07	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	20	54	10,05	380,59	2,33	62,03	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	20	56	10,05	400,05	2,87	64,21	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	20	58	10,05	418,68	3,48	66,57	0,000000	0,00	0,000 (12)
18	20	59	10,05	436,70	4,18	69,06	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	20	61	10,05	454,28	4,97	71,67	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	20	62	10,05	471,53	5,87	74,37	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	20	64	10,05	490,36	6,89	77,24	0,000000	0,00	0,000 (12)
22	20	66	10,05	505,31	8,05	80,02	0,000000	0,00	0,000 (12)
23	20	67	10,05	521,91	9,34	82,96	0,000000	0,00	0,000 (12)
24	20	69	10,05	538,34	10,79	85,97	0,000000	0,00	0,000 (12)
25	20	70	10,05	554,60	12,40	89,07	0,000000	0,00	0,000 (12)
26	20	72	10,05	570,74	14,20	92,22	0,000000	0,00	0,000 (12)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	100	50	9,24	2033,93	0,09	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	100	50	9,24	2033,93	0,34	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	100	50	9,24	2033,93	0,79	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	100	50	9,24	2033,93	1,42	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	100	50	9,24	2033,93	2,24	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	100	50	9,24	2033,93	3,26	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	100	50	9,24	2033,93	4,50	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	100	50	9,24	2033,93	5,95	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	100	50	9,24	2033,93	7,61	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	100	50	9,24	2033,93	9,51	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	100	50	9,24	2033,93	11,64	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	100	50	9,24	2033,93	14,02	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	100	50	9,24	2971,96	-0,74	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	100	50	9,24	2971,96	-0,64	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	100	50	9,24	2971,96	-0,57	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	100	50	9,24	2971,96	-0,55	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
18	100	50	9,24	2971,96	-0,54	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	100	50	9,24	2971,96	-0,56	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	100	50	9,24	2971,96	-0,59	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	100	50	9,24	2971,96	-0,63	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
22	100	50	9,24	2971,96	-0,67	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
23	100	50	9,24	2971,96	-0,70	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
24	100	50	9,24	2971,96	-0,72	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
25	100	50	9,24	2971,96	-0,71	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
26	100	50	9,24	2971,96	-0,69	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
27	100	50	9,24	2971,96	-0,65	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
28	100	50	9,24	2971,96	-0,59	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
29	100	50	9,24	2971,96	-0,52	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
30	100	50	9,24	2971,96	-0,45	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
31	100	50	9,24	2971,96	-0,37	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
32	100	50	9,24	2971,96	-0,29	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
33	100	50	9,24	2971,96	-0,22	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
34	100	50	9,24	2971,96	-0,15	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
35	100	50	9,24	2971,96	-0,09	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
36	100	50	9,24	2971,96	-0,04	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
37	100	50	9,24	2971,96	-0,01	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
38	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)

10.2.5 Verifiche di stabilità locale

Si riportano di seguito i coefficienti di sicurezza per la valutazione della capacità portante nonché

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	50 di 109

i coefficienti di sicurezzi minimi provenienti dalla analisi.

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	116,61	0,00	0,00	--	--	116,61	88,12	1.323
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	114,65	0,00	0,00	--	--	114,65	101,88	1.125

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	185,46	590,61	421,86	3.185
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	201,50	579,33	413,81	2.875

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r _γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _γ N, viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	r _γ	D	B'	H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	25.803	0.515	1.145	--	--	--	--	0.975	1,10	2,52	2,10	10,19	28.00	10
	14.720	0.515	1.073	--	--	--	--							
	11.190	0.009	1.073	--	--	--	--							
2	25.803	0.474	1.145	--	--	--	--	0.975	1,10	2,52	2,10	10,19	28.00	10
	14.720	0.474	1.073	--	--	--	--							
	11.190	0.000	1.073	--	--	--	--							

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
7 - EQU	494,92	226,28	2.187
9 - EQU H - V	519,43	242,71	2.140

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	51 di 109

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	0,00; 4,50	7,86	1.611
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	0,00; 4,50	7,86	1.329

10.2.6 Verifica di stabilità globale

L'analisi di stabilità globale condotta secondo il metodo di Bishop semplificato ha portato ai risultati che seguono.

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	0,00; 4,50	7,86	1.611
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	0,00; 4,50	7,86	1.333
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	0,00; 4,50	7,86	1.329

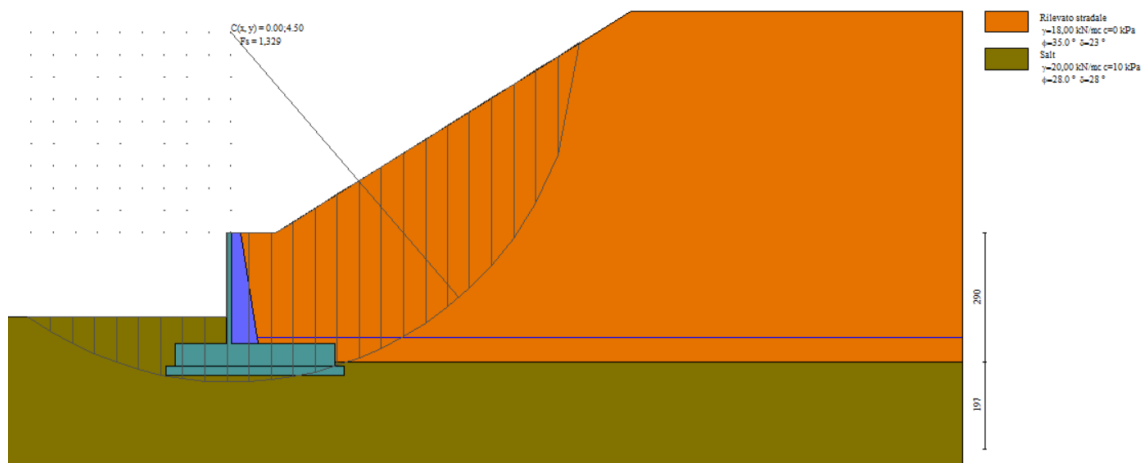


Figura 12 - Verifica di stabilità globale dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 2

10.3 Muri di sottoscarpa - fondazione diretta - tipo 3

10.3.1 Modello di calcolo

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica del modello di calcolo adottato.

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	52 di 109

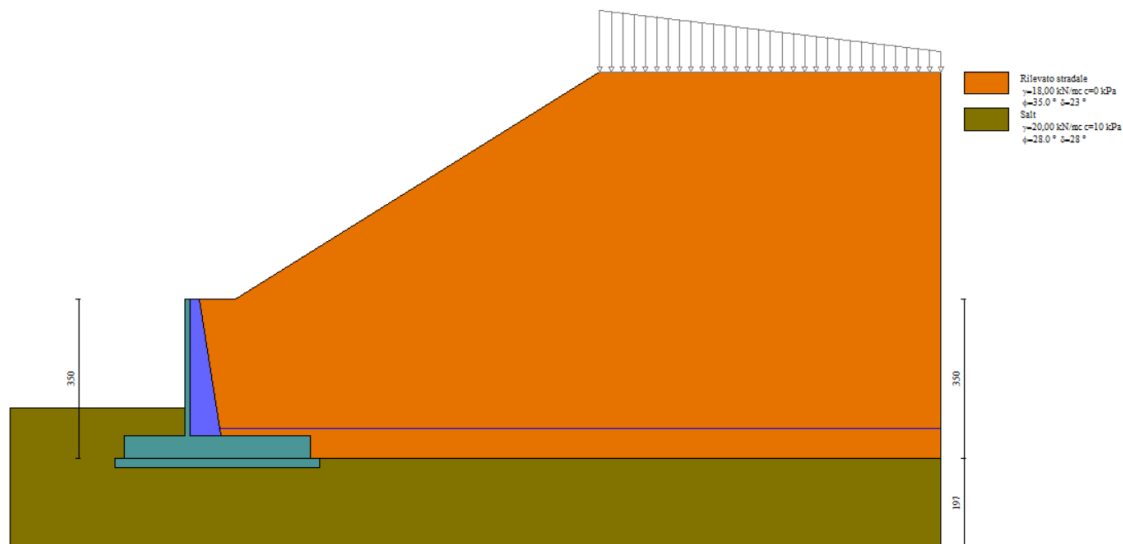


Figura 13 - Modello di calcolo dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 3

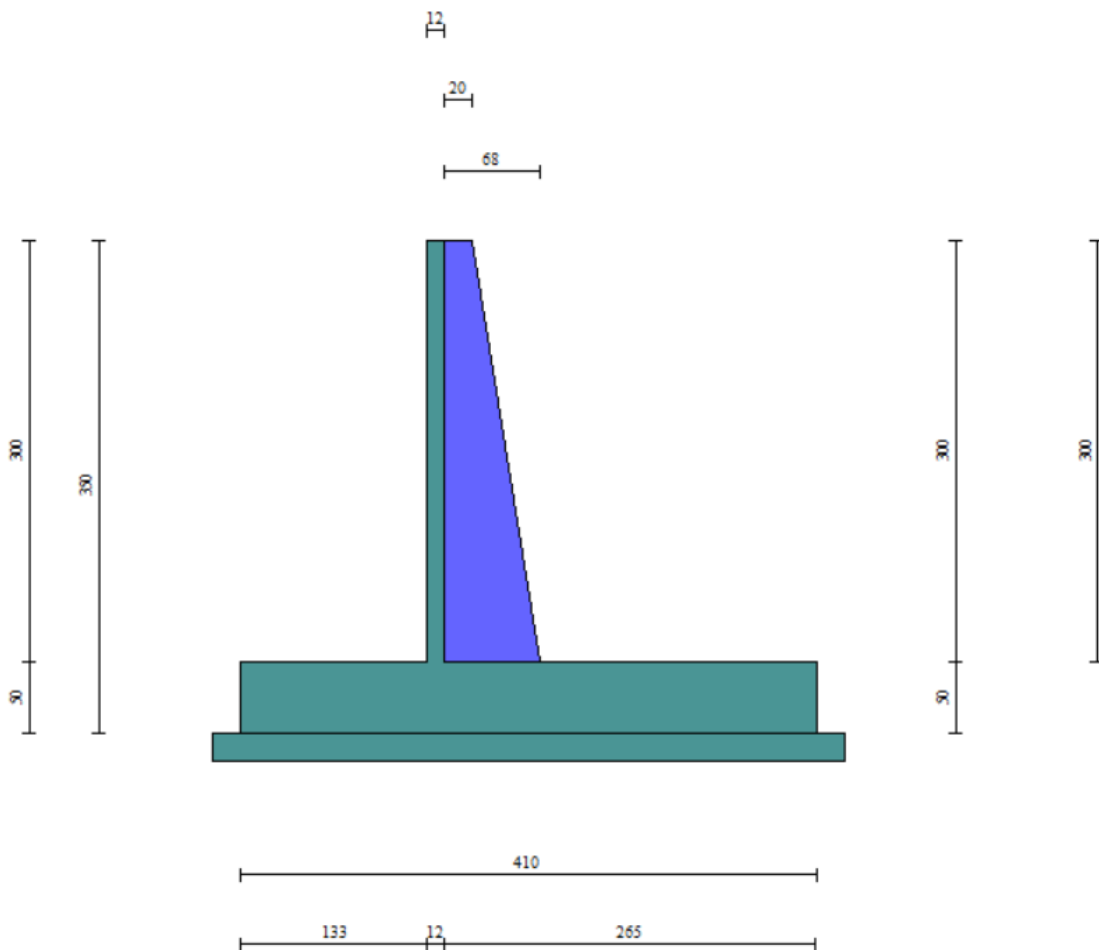


Figura 14 - Geometria dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 3

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	53 di 109

Spinta e forze (involuppo):

Simbologia adottata

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

Ic	A	V	I	Cx	Cy	Px	Py
		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
1	Spinta statica	129,25	23,33	118,68	51,18	2,65	-1,97
	Peso/Inerzia muro			0,00	59,09/0,00	0,50	-2,99
	Peso/Inerzia contrafforte			0,00	5,14/0,00	0,24	-1,77
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	154,64/0,00	1,40	-1,32
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,00	12,41	-0,78	-2,70
	Spinta falda da monte			2,69		2,65	-3,28
	Sottostinta della falda				33,98	0,60	-3,50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
2	Spinta statica	82,91	23,33	76,13	32,84	2,65	-1,93
	Incremento di spinta sismica		40,29	37,00	15,96	2,65	-1,99
	Peso/Inerzia muro			6,13	59,09/3,07	0,50	-2,99
	Peso/Inerzia contrafforte			0,53	5,14/0,27	0,24	-1,77
	Peso/Inerzia terrapieno			16,05	154,64/8,02	1,40	-1,32
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			1,29	12,41	-0,78	-2,70
	Spinta falda da monte			2,07		2,65	-3,28
	Sottostinta della falda				26,14	0,60	-3,50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00

Involuppo delle sollecitazioni paramento (contrafforte prefabbricato):

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	0,37	0,37	0,03	0,09	0,00	0,00
3	-0,20	0,74	0,74	0,10	0,30	0,01	0,02
4	-0,30	1,11	1,11	0,23	0,62	0,02	0,07
5	-0,40	1,48	1,48	0,41	1,05	0,05	0,15
6	-0,50	1,85	1,85	0,64	1,59	0,11	0,28
7	-0,60	2,22	2,22	0,92	2,25	0,18	0,47
8	-0,70	2,59	2,59	1,25	3,01	0,29	0,74
9	-0,80	2,97	2,97	1,63	3,89	0,44	1,08
10	-0,90	3,34	3,34	2,06	4,88	0,62	1,52
11	-1,00	3,71	3,71	2,55	5,98	0,85	2,06
12	-1,10	4,08	4,08	3,08	7,20	1,13	2,72
13	-1,20	4,45	4,45	3,67	8,52	1,47	3,50
14	-1,30	4,82	4,82	4,30	9,96	1,87	4,43
15	-1,40	5,19	5,19	4,99	11,51	2,33	5,50
16	-1,50	5,56	5,56	5,74	13,18	2,87	6,73
17	-1,60	5,93	5,93	6,55	14,97	3,48	8,14
18	-1,70	6,30	6,30	7,45	16,92	4,18	9,73
19	-1,80	6,67	6,67	8,47	19,04	4,97	11,53
20	-1,90	7,04	7,04	9,60	21,34	5,88	13,54
21	-2,00	7,41	7,41	10,85	23,82	6,90	15,80
22	-2,10	7,78	7,78	12,23	26,48	8,05	18,31
23	-2,20	8,16	8,16	13,71	29,32	9,35	21,10
24	-2,30	8,53	8,53	15,30	32,32	10,80	24,18
25	-2,40	8,90	8,90	16,99	35,48	12,41	27,57
26	-2,50	9,27	9,27	18,79	38,81	14,20	31,28
27	-2,60	9,64	9,64	20,68	42,30	16,17	35,34
28	-2,70	10,01	10,01	22,68	45,95	18,34	39,75
29	-2,80	10,38	10,38	24,78	49,76	20,71	44,53

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	54 di 109

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
30	-2,90	10,75	10,75	26,98	53,75	23,30	49,71
31	-3,00	11,12	11,12	29,39	58,00	26,11	55,29

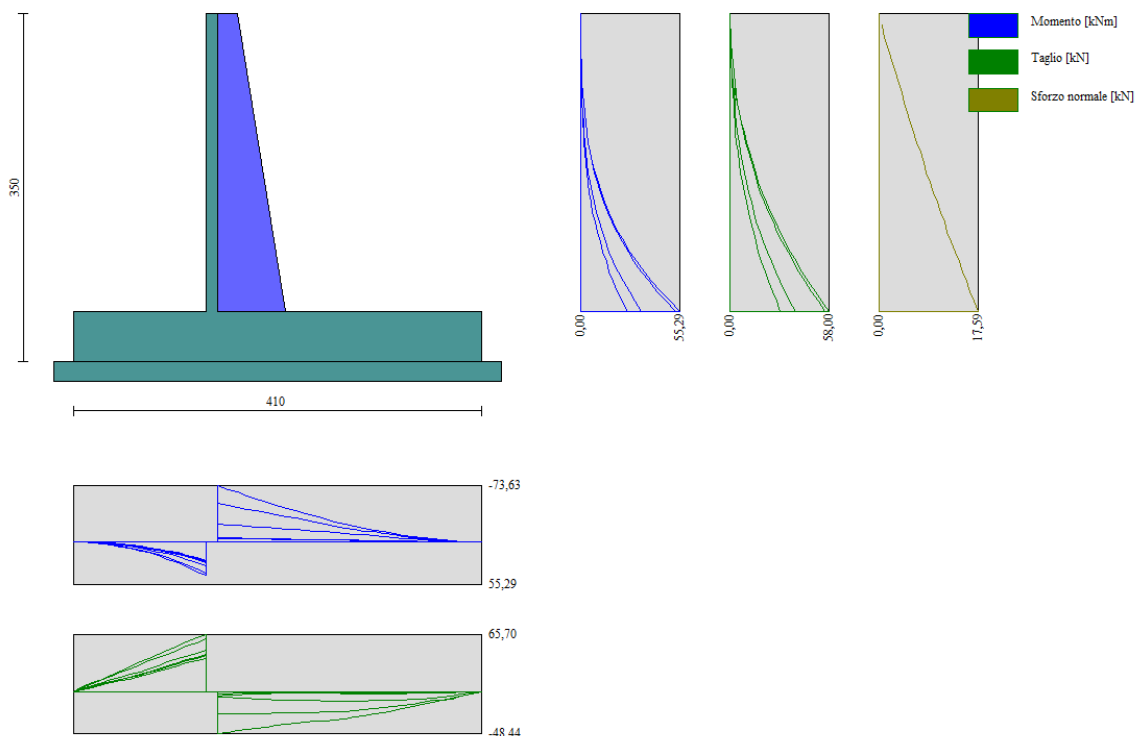
Inviluppo delle sollecitazioni fondazione:

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	-1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1,36	0,00	0,00	2,27	4,80	0,11	0,23
3	-1,26	0,00	0,00	4,62	9,59	0,43	0,91
4	-1,17	0,00	0,00	7,04	14,36	0,99	2,05
5	-1,07	0,00	0,00	9,54	19,11	1,77	3,64
6	-0,98	0,00	0,00	12,10	23,84	2,80	5,68
7	-0,88	0,00	0,00	14,74	28,56	4,08	8,17
8	-0,79	0,00	0,00	17,46	33,26	5,61	11,10
9	-0,69	0,00	0,00	20,24	37,94	7,40	14,49
10	-0,60	0,00	0,00	23,10	42,61	9,45	18,31
11	-0,50	0,00	0,00	26,03	47,26	11,79	22,58
12	-0,41	0,00	0,00	29,04	51,90	14,40	27,29
13	-0,31	0,00	0,00	32,12	56,51	17,31	32,44
14	-0,21	0,00	0,00	35,27	61,11	20,51	38,03
15	-0,12	0,00	0,00	38,49	65,70	24,01	44,05
16	0,00	0,00	0,00	-48,44	-2,69	-73,63	-4,44
17	0,10	0,00	0,00	-46,90	-2,28	-68,95	-4,16
18	0,20	0,00	0,00	-45,40	-1,94	-64,42	-3,93
19	0,29	0,00	0,00	-43,94	-1,66	-60,04	-3,73
20	0,39	0,00	0,00	-42,51	-1,45	-55,80	-3,56
21	0,49	0,00	0,00	-41,11	-1,31	-51,70	-3,42
22	0,59	0,00	0,00	-39,76	-1,24	-47,73	-3,28
23	0,69	0,00	0,00	-38,44	-1,24	-43,89	-3,16
24	0,79	0,00	0,00	-37,16	-1,27	-40,18	-3,04
25	0,88	0,00	0,00	-35,92	-1,37	-36,59	-2,91
26	0,98	0,00	0,00	-34,72	-1,54	-33,13	-2,77
27	1,08	0,00	0,00	-33,50	-1,74	-29,78	-2,61
28	1,18	0,00	0,00	-32,18	-1,91	-26,55	-2,43
29	1,28	0,00	0,00	-30,76	-2,04	-23,46	-2,23
30	1,37	0,00	0,00	-29,24	-2,14	-20,52	-2,00
31	1,47	0,00	0,00	-27,61	-2,19	-17,73	-1,78
32	1,57	0,00	0,00	-25,88	-2,21	-15,10	-1,56
33	1,67	0,00	0,00	-24,05	-2,20	-12,65	-1,34
34	1,77	0,00	0,00	-22,11	-2,13	-10,38	-1,12
35	1,86	0,00	0,00	-20,07	-2,01	-8,31	-0,92
36	1,96	0,00	0,00	-17,92	-1,87	-6,45	-0,73
37	2,06	0,00	0,00	-15,67	-1,69	-4,80	-0,55
38	2,16	0,00	0,00	-13,32	-1,49	-3,37	-0,40
39	2,26	0,00	0,00	-10,86	-1,25	-2,19	-0,26
40	2,36	0,00	0,00	-8,30	-0,98	-1,25	-0,15
41	2,45	0,00	0,00	-5,64	-0,69	-0,56	-0,07
42	2,55	0,00	0,00	-2,87	-0,36	-0,14	-0,02
43	2,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00


Figura 15 - Involuppo delle sollecitazioni dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 3

10.3.2 Armature di progetto

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della fondazione (di larghezza pari ad 1 m):

Tabella 16 – Armature di progetto paramento e fondazione

CONTRAFFORTE		FONDAZIONE	
Tipo armatura	ferri	Tipo armatura	ferri
Dritto inferiore	5φ14	Dritto superiore	6φ14
Dritto superiore	5φ16	Dritto inferiore	6φ14
Dritto superiore sec	5φ14	Ripartitore	20φ14
Secondari	2φ16	Gancio	(2x2)φ14/m
Staffa orizzontale	14φ8 (passo 24 cm)		

Ai fini delle verifiche strutturali sono state considerate le armature riportate nella tabella seguente:

Elemento	Armatura a flessione		Armatura a taglio
	A _{f1}	A _{f2}	A _t
CONTRAFFORTE	5φ16	5φ14	[-]
FONDAZIONE	6φ14	6φ14	[-]

dove:

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	56 di 109

A_{f1} armatura lato teso;

A_{f2} armatura lato compresso;

A_t armatura a taglio.

Si precisa che, ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per il paramento (contrafforte) e la fondazione ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm.

10.3.3 Verifiche strutturali SLU

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espresso in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espresso in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espresso in [cmq]
M	momento agente espresso in [kNm]
N	sforzo normale agente espresso in [kN]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Contrafforte

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	20	32	7,70	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	20	34	7,70	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
3	20	35	7,70	10,05	0,02	0,95	67,50	2834,74	2973.853
4	20	37	7,70	10,05	0,07	1,44	122,81	2606,18	1807.837
5	20	38	7,70	10,05	0,15	1,94	183,47	2360,13	1217.925
6	20	40	7,70	10,05	0,28	2,44	232,50	2013,50	824.564
7	20	42	7,70	10,05	0,47	2,95	239,13	1493,06	505.468
8	20	43	7,70	10,05	0,74	3,47	234,49	1107,91	318.955
9	20	45	7,70	10,05	1,08	4,00	225,31	835,14	208.723
10	20	46	7,70	10,05	1,52	4,54	220,72	660,03	145.488
11	20	48	7,70	10,05	2,06	5,08	219,97	542,64	106.821
12	20	50	7,70	10,05	2,72	5,63	221,51	459,05	81.520
13	20	51	7,70	10,05	3,50	6,19	223,04	394,24	63.688
14	20	53	7,70	10,05	4,43	6,76	225,10	343,72	50.869
15	20	54	7,70	10,05	5,50	7,33	228,05	304,15	41.484
16	20	56	7,70	10,05	6,73	7,91	231,65	272,40	34.419
17	20	58	7,70	10,05	8,14	8,50	235,73	246,38	28.971
18	20	59	7,70	10,05	9,73	9,10	240,16	224,68	24.683
19	20	61	7,70	10,05	11,53	9,71	244,86	206,25	21.243
20	20	62	7,70	10,05	13,54	10,32	249,76	190,36	18.441
21	20	64	7,70	10,05	15,80	10,94	254,83	176,52	16.129
22	20	66	7,70	10,05	18,31	11,57	260,03	164,33	14.199
23	20	67	7,70	10,05	21,10	12,21	265,34	153,55	12.574
24	20	69	7,70	10,05	24,18	12,86	270,75	143,94	11.196
25	20	70	7,70	10,05	27,57	13,51	276,24	135,36	10.019
26	20	72	15,39	10,05	31,28	14,17	281,61	127,56	9.001
27	20	74	7,70	10,05	35,34	14,84	287,43	120,70	8.134
28	20	75	7,70	10,05	39,75	15,52	293,12	114,42	7.374
29	20	77	7,70	10,05	44,53	16,20	298,86	108,72	6.711
30	20	78	7,70	10,05	49,71	16,89	304,64	103,53	6.129
31	20	80	7,70	10,05	55,29	17,59	310,46	98,79	5.615

Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	50	9,24	9,24	0,23	0,00	160,43	0,00	702.972

2.12PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	57 di 109

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
3	100	50	9,24	9,24	0,91	0,00	160,43	0,00	175.948
4	100	50	9,24	9,24	2,05	0,00	160,43	0,00	78.290
5	100	50	9,24	9,24	3,64	0,00	160,43	0,00	44.090
6	100	50	9,24	9,24	5,68	0,00	160,43	0,00	28.251
7	100	50	9,24	9,24	8,17	0,00	160,43	0,00	19.641
8	100	50	9,24	9,24	11,10	0,00	160,43	0,00	14.447
9	100	50	9,24	9,24	14,49	0,00	160,43	0,00	11.074
10	100	50	9,24	9,24	18,31	0,00	160,43	0,00	8.760
11	100	50	9,24	9,24	22,58	0,00	160,43	0,00	7.104
12	100	50	9,24	9,24	27,29	0,00	160,43	0,00	5.878
13	100	50	9,24	9,24	32,44	0,00	160,43	0,00	4.945
14	100	50	9,24	9,24	38,03	0,00	160,43	0,00	4.219
15	100	50	9,24	9,24	44,05	0,00	160,43	0,00	3.642
16	100	50	9,24	9,24	-73,63	0,00	-160,43	0,00	2.179
17	100	50	9,24	9,24	-68,95	0,00	-160,43	0,00	2.327
18	100	50	9,24	9,24	-64,42	0,00	-160,43	0,00	2.490
19	100	50	9,24	9,24	-60,04	0,00	-160,43	0,00	2.672
20	100	50	9,24	9,24	-55,80	0,00	-160,43	0,00	2.875
21	100	50	9,24	9,24	-51,70	0,00	-160,43	0,00	3.103
22	100	50	9,24	9,24	-47,73	0,00	-160,43	0,00	3.362
23	100	50	9,24	9,24	-43,89	0,00	-160,43	0,00	3.655
24	100	50	9,24	9,24	-40,18	0,00	-160,43	0,00	3.993
25	100	50	9,24	9,24	-36,59	0,00	-160,43	0,00	4.384
26	100	50	9,24	9,24	-33,13	0,00	-160,43	0,00	4.843
27	100	50	9,24	9,24	-29,78	0,00	-160,43	0,00	5.388
28	100	50	9,24	9,24	-26,55	0,00	-160,43	0,00	6.042
29	100	50	9,24	9,24	-23,46	0,00	-160,43	0,00	6.837
30	100	50	9,24	9,24	-20,52	0,00	-160,43	0,00	7.819
31	100	50	9,24	9,24	-17,73	0,00	-160,43	0,00	9.050
32	100	50	9,24	9,24	-15,10	0,00	-160,43	0,00	10.624
33	100	50	9,24	9,24	-12,65	0,00	-160,43	0,00	12.683
34	100	50	9,24	9,24	-10,38	0,00	-160,43	0,00	15.450
35	100	50	9,24	9,24	-8,31	0,00	-160,43	0,00	19.299
36	100	50	9,24	9,24	-6,45	0,00	-160,43	0,00	24.882
37	100	50	9,24	9,24	-4,80	0,00	-160,43	0,00	33.436
38	100	50	9,24	9,24	-3,37	0,00	-160,43	0,00	47.542
39	100	50	9,24	9,24	-2,19	0,00	-160,43	0,00	73.363
40	100	50	9,24	9,24	-1,25	0,00	-160,43	0,00	128.824
41	100	50	9,24	9,24	-0,56	0,00	-160,43	0,00	286.344
42	100	50	9,24	9,24	-0,14	0,00	-160,43	0,00	1131.672
43	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

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

Contrafforte

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	20	32	0,00	2,50	122,62	1342,42	122,62	0,00	100.000
2	20	34	0,00	2,50	129,69	1419,13	129,69	0,09	1368.968
3	20	35	0,00	2,50	136,77	1495,84	136,77	0,30	452.861
4	20	37	0,00	2,50	143,84	1572,54	143,84	0,62	231.567
5	20	38	0,00	2,50	150,92	1649,25	150,92	1,05	143.516
6	20	40	0,00	2,50	158,00	1725,96	158,00	1,59	99.146
7	20	42	0,00	2,50	165,08	1802,67	165,08	2,25	73.451

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	58 di 109

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{rcd}	V _{rsd}	V _{rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
8	20	43	0,00	2,50	172,16	1879,38	172,16	3,01	57.134
9	20	45	0,00	2,50	179,24	1956,09	179,24	3,89	46.067
10	20	46	0,00	2,50	186,33	2032,80	186,33	4,88	38.178
11	20	48	0,00	2,50	193,41	2109,51	193,41	5,98	32.333
12	20	50	0,00	2,50	200,50	2186,22	200,50	7,20	27.866
13	20	51	0,00	2,50	207,59	2262,93	207,59	8,52	24.363
14	20	53	0,00	2,50	214,68	2339,64	214,68	9,96	21.559
15	20	54	0,00	2,50	221,77	2416,35	221,77	11,51	19.273
16	20	56	0,00	2,50	228,86	2493,06	228,86	13,18	17.370
17	20	58	0,00	2,50	235,96	2569,77	235,96	14,97	15.759
18	20	59	0,00	2,50	243,06	2646,48	243,06	16,92	14.365
19	20	61	0,00	2,50	250,15	2723,19	250,15	19,04	13.139
20	20	62	0,00	2,50	257,25	2799,90	257,25	21,34	12.057
21	20	64	0,00	2,50	264,35	2876,61	264,35	23,82	11.097
22	20	66	0,00	2,50	271,45	2953,32	271,45	26,48	10.250
23	20	67	0,00	2,50	278,55	3030,03	278,55	29,32	9.502
24	20	69	0,00	2,50	285,66	3106,73	285,66	32,32	8.839
25	20	70	0,00	2,50	292,76	3183,44	292,76	35,48	8.251
26	20	72	0,00	2,50	299,87	3260,15	299,87	38,81	7.727
27	20	74	0,00	2,50	306,98	3336,86	306,98	42,30	7.257
28	20	75	0,00	2,50	314,09	3413,57	314,09	45,95	6.835
29	20	77	0,00	2,50	321,20	3490,28	321,20	49,76	6.455
30	20	78	0,00	2,50	328,31	3566,99	328,31	53,75	6.109
31	20	80	0,00	2,50	335,42	3643,70	335,42	58,00	5.784

Fondazione

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{rcd}	V _{rsd}	V _{rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	0,00	100.000
2	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-4,80	45.558
3	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-9,59	22.819
4	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-14,36	15.239
5	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-19,11	11.450
6	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-23,84	9.176
7	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-28,56	7.660
8	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-33,26	6.577
9	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-37,94	5.765
10	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-42,61	5.134
11	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-47,26	4.629
12	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-51,90	4.215
13	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-56,51	3.871
14	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-61,11	3.580
15	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-65,70	3.330
16	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-69,44	3.116
17	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-73,26	2.924
18	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-77,04	2.750
19	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-80,86	2.592
20	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-84,71	2.450
21	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-88,58	2.322
22	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-92,47	2.208
23	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-96,37	2.107
24	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-100,28	2.018
25	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-104,20	1.939
26	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-108,13	1.869
27	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-112,07	1.807
28	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-116,02	1.752
29	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-120,00	1.704
30	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-124,00	1.662
31	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-128,00	1.625
32	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-132,00	1.593
33	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-136,00	1.565
34	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-140,00	1.541
35	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-144,00	1.520
36	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-148,00	1.502

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	59 di 109

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
37	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-15,67	13.957
38	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-13,32	16.423
39	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-10,86	20.137
40	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-8,30	26.346
41	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-5,64	38.792
42	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-2,87	76.184
43	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	0,00	100.000

10.3.4 Verifiche strutturali SLE

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A _{fi}	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
A _{fs}	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σ _c	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

Combinazioni SLER

Contrafforte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	14940	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

n°	B	H	A _{fi}	A _{fs}	M	N	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	20	32	7,70	10,05	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	20	34	7,70	10,05	0,00	0,47	3 (10)	23 (10)	31 (10)
3	20	35	7,70	10,05	0,01	0,95	6 (10)	40 (10)	63 (10)
4	20	37	7,70	10,05	0,02	1,44	10 (10)	44 (10)	99 (10)
5	20	38	7,70	10,05	0,05	1,94	14 (10)	32 (10)	140 (10)
6	20	40	7,70	10,05	0,11	2,44	19 (10)	0 (1)	186 (10)
7	20	42	7,70	10,05	0,18	2,95	25 (10)	76 (10)	241 (10)
8	20	43	7,70	10,05	0,29	3,47	32 (10)	213 (10)	305 (10)
9	20	45	7,70	10,05	0,44	4,00	40 (10)	423 (10)	378 (10)
10	20	46	7,70	10,05	0,62	4,54	50 (10)	707 (10)	460 (10)
11	20	48	7,70	10,05	0,85	5,08	61 (10)	1069 (10)	551 (10)
12	20	50	7,70	10,05	1,13	5,63	73 (10)	1511 (10)	651 (10)
13	20	51	7,70	10,05	1,47	6,19	87 (10)	2035 (10)	760 (10)
14	20	53	7,70	10,05	1,87	6,76	101 (10)	2643 (10)	878 (10)
15	20	54	7,70	10,05	2,33	7,33	117 (10)	3336 (10)	1004 (10)
16	20	56	7,70	10,05	2,87	7,91	133 (10)	4118 (10)	1141 (10)
17	20	58	7,70	10,05	3,48	8,50	151 (10)	4991 (10)	1286 (10)
18	20	59	7,70	10,05	4,18	9,10	170 (10)	5962 (10)	1442 (10)
19	20	61	7,70	10,05	4,97	9,71	190 (10)	7040 (10)	1609 (10)
20	20	62	7,70	10,05	5,88	10,32	212 (10)	8237 (10)	1788 (10)
21	20	64	7,70	10,05	6,90	10,94	235 (10)	9564 (10)	1980 (10)
22	20	66	7,70	10,05	8,05	11,57	260 (10)	11031 (10)	2186 (10)
23	20	67	7,70	10,05	9,35	12,21	287 (10)	12646 (10)	2408 (10)
24	20	69	7,70	10,05	10,80	12,86	315 (10)	14414 (10)	2644 (10)
25	20	70	7,70	10,05	12,41	13,51	346 (10)	16340 (10)	2896 (10)
26	20	72	15,39	10,05	14,20	14,17	393 (10)	18377 (10)	2648 (10)
27	20	74	7,70	10,05	16,17	14,84	412 (10)	20682 (10)	3448 (10)
28	20	75	7,70	10,05	18,34	15,52	447 (10)	23104 (10)	3748 (10)
29	20	77	7,70	10,05	20,71	16,20	485 (10)	25697 (10)	4065 (10)
30	20	78	7,70	10,05	23,30	16,89	524 (10)	28464 (10)	4397 (10)
31	20	80	7,70	10,05	26,11	17,59	565 (10)	31414 (10)	4747 (10)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19920	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	1255271	[kPa]

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc REL	N.prog. 03	Rev. A	Pag. di Pag. 60 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	---------------------------

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	100	50	9,24	9,24	0,12	0,00	5 (10)	315 (10)	46 (10)
3	100	50	9,24	9,24	0,50	0,00	21 (10)	1269 (10)	184 (10)
4	100	50	9,24	9,24	1,14	0,00	49 (10)	2878 (10)	417 (10)
5	100	50	9,24	9,24	2,04	0,00	87 (10)	5156 (10)	748 (10)
6	100	50	9,24	9,24	3,21	0,00	138 (10)	8120 (10)	1178 (10)
7	100	50	9,24	9,24	4,65	0,00	200 (10)	11785 (10)	1710 (10)
8	100	50	9,24	9,24	6,38	0,00	274 (10)	16164 (10)	2345 (10)
9	100	50	9,24	9,24	8,40	0,00	360 (10)	21275 (10)	3087 (10)
10	100	50	9,24	9,24	10,72	0,00	460 (10)	27131 (10)	3936 (10)
11	100	50	9,24	9,24	13,33	0,00	572 (10)	33749 (10)	4896 (10)
12	100	50	9,24	9,24	16,25	0,00	697 (10)	41143 (10)	5969 (10)
13	100	50	9,24	9,24	19,48	0,00	836 (10)	49328 (10)	7157 (10)
14	100	50	9,24	9,24	23,04	0,00	988 (10)	58321 (10)	8461 (10)
15	100	50	9,24	9,24	26,91	0,00	1154 (10)	68135 (10)	9885 (10)
16	100	50	9,24	9,24	-4,57	0,00	196 (10)	1677 (10)	11559 (10)
17	100	50	9,24	9,24	-4,32	0,00	185 (10)	1588 (10)	10943 (10)
18	100	50	9,24	9,24	-4,12	0,00	177 (10)	1512 (10)	10421 (10)
19	100	50	9,24	9,24	-3,94	0,00	169 (10)	1447 (10)	9975 (10)
20	100	50	9,24	9,24	-3,79	0,00	162 (10)	1391 (10)	9589 (10)
21	100	50	9,24	9,24	-3,65	0,00	157 (10)	1341 (10)	9246 (10)
22	100	50	9,24	9,24	-3,53	0,00	151 (10)	1296 (10)	8930 (10)
23	100	50	9,24	9,24	-3,41	0,00	146 (10)	1251 (10)	8623 (10)
24	100	50	9,24	9,24	-3,28	0,00	141 (10)	1206 (10)	8310 (10)
25	100	50	9,24	9,24	-3,15	0,00	135 (10)	1157 (10)	7972 (10)
26	100	50	9,24	9,24	-3,00	0,00	129 (10)	1102 (10)	7593 (10)
27	100	50	9,24	9,24	-2,83	0,00	121 (10)	1039 (10)	7159 (10)
28	100	50	9,24	9,24	-2,64	0,00	113 (10)	968 (10)	6673 (10)
29	100	50	9,24	9,24	-2,43	0,00	104 (10)	892 (10)	6145 (10)
30	100	50	9,24	9,24	-2,21	0,00	95 (10)	810 (10)	5585 (10)
31	100	50	9,24	9,24	-1,98	0,00	85 (10)	726 (10)	5002 (10)
32	100	50	9,24	9,24	-1,74	0,00	75 (10)	640 (10)	4408 (10)
33	100	50	9,24	9,24	-1,51	0,00	65 (10)	553 (10)	3812 (10)
34	100	50	9,24	9,24	-1,27	0,00	55 (10)	468 (10)	3225 (10)
35	100	50	9,24	9,24	-1,05	0,00	45 (10)	385 (10)	2657 (10)
36	100	50	9,24	9,24	-0,84	0,00	36 (10)	307 (10)	2117 (10)
37	100	50	9,24	9,24	-0,64	0,00	27 (10)	234 (10)	1616 (10)
38	100	50	9,24	9,24	-0,46	0,00	20 (10)	169 (10)	1165 (10)
39	100	50	9,24	9,24	-0,31	0,00	13 (10)	112 (10)	773 (10)
40	100	50	9,24	9,24	-0,18	0,00	8 (10)	65 (10)	450 (10)
41	100	50	9,24	9,24	-0,08	0,00	4 (10)	30 (10)	207 (10)
42	100	50	9,24	9,24	-0,02	0,00	1 (10)	8 (10)	53 (10)
43	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)

Combinazioni SLEQ

Contrafforte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

11205

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

450000

[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	20	32	7,70	10,05	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	20	34	7,70	10,05	0,00	0,47	3 (12)	23 (12)	31 (12)
3	20	35	7,70	10,05	0,01	0,95	6 (12)	40 (12)	63 (12)
4	20	37	7,70	10,05	0,02	1,44	10 (12)	44 (12)	99 (12)
5	20	38	7,70	10,05	0,05	1,94	14 (12)	32 (12)	140 (12)
6	20	40	7,70	10,05	0,11	2,44	19 (12)	0 (1)	186 (12)
7	20	42	7,70	10,05	0,18	2,95	25 (12)	76 (12)	241 (12)
8	20	43	7,70	10,05	0,29	3,47	32 (12)	213 (12)	305 (12)
9	20	45	7,70	10,05	0,44	4,00	40 (12)	423 (12)	378 (12)
10	20	46	7,70	10,05	0,62	4,54	50 (12)	707 (12)	460 (12)
11	20	48	7,70	10,05	0,85	5,08	61 (12)	1069 (12)	551 (12)
12	20	50	7,70	10,05	1,13	5,63	73 (12)	1511 (12)	651 (12)
13	20	51	7,70	10,05	1,47	6,19	87 (12)	2035 (12)	760 (12)
14	20	53	7,70	10,05	1,87	6,76	101 (12)	2643 (12)	878 (12)

2.12PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	61 di 109

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
15	20	54	7,70	10,05	2,33	7,33	117 (12)	3336 (12)	1004 (12)
16	20	56	7,70	10,05	2,87	7,91	133 (12)	4118 (12)	1141 (12)
17	20	58	7,70	10,05	3,48	8,50	151 (12)	4991 (12)	1286 (12)
18	20	59	7,70	10,05	4,18	9,10	170 (12)	5962 (12)	1442 (12)
19	20	61	7,70	10,05	4,97	9,71	190 (12)	7040 (12)	1609 (12)
20	20	62	7,70	10,05	5,88	10,32	212 (12)	8237 (12)	1788 (12)
21	20	64	7,70	10,05	6,90	10,94	235 (12)	9564 (12)	1980 (12)
22	20	66	7,70	10,05	8,05	11,57	260 (12)	11031 (12)	2186 (12)
23	20	67	7,70	10,05	9,35	12,21	287 (12)	12646 (12)	2408 (12)
24	20	69	7,70	10,05	10,80	12,86	315 (12)	14414 (12)	2644 (12)
25	20	70	7,70	10,05	12,41	13,51	346 (12)	16340 (12)	2896 (12)
26	20	72	15,39	10,05	14,20	14,17	393 (12)	18377 (12)	2648 (12)
27	20	74	7,70	10,05	16,17	14,84	412 (12)	20682 (12)	3448 (12)
28	20	75	7,70	10,05	18,34	15,52	447 (12)	23104 (12)	3748 (12)
29	20	77	7,70	10,05	20,71	16,20	485 (12)	25697 (12)	4065 (12)
30	20	78	7,70	10,05	23,30	16,89	524 (12)	28464 (12)	4397 (12)
31	20	80	7,70	10,05	26,11	17,59	565 (12)	31414 (12)	4747 (12)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

14940

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

1569089

[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	100	50	9,24	9,24	0,11	0,00	5 (12)	272 (12)	39 (12)
3	100	50	9,24	9,24	0,43	0,00	19 (12)	1100 (12)	160 (12)
4	100	50	9,24	9,24	0,99	0,00	42 (12)	2501 (12)	363 (12)
5	100	50	9,24	9,24	1,77	0,00	76 (12)	4494 (12)	652 (12)
6	100	50	9,24	9,24	2,80	0,00	120 (12)	7095 (12)	1029 (12)
7	100	50	9,24	9,24	4,08	0,00	175 (12)	10322 (12)	1497 (12)
8	100	50	9,24	9,24	5,61	0,00	240 (12)	14193 (12)	2059 (12)
9	100	50	9,24	9,24	7,40	0,00	317 (12)	18725 (12)	2717 (12)
10	100	50	9,24	9,24	9,45	0,00	406 (12)	23936 (12)	3473 (12)
11	100	50	9,24	9,24	11,79	0,00	506 (12)	29844 (12)	4330 (12)
12	100	50	9,24	9,24	14,40	0,00	618 (12)	36465 (12)	5290 (12)
13	100	50	9,24	9,24	17,31	0,00	742 (12)	43819 (12)	6357 (12)
14	100	50	9,24	9,24	20,51	0,00	880 (12)	51921 (12)	7533 (12)
15	100	50	9,24	9,24	24,01	0,00	1030 (12)	60790 (12)	8819 (12)
16	100	50	9,24	9,24	-5,45	0,00	234 (12)	2003 (12)	13806 (12)
17	100	50	9,24	9,24	-5,03	0,00	216 (12)	1847 (12)	12732 (12)
18	100	50	9,24	9,24	-4,66	0,00	200 (12)	1712 (12)	11803 (12)
19	100	50	9,24	9,24	-4,34	0,00	186 (12)	1596 (12)	10998 (12)
20	100	50	9,24	9,24	-4,07	0,00	174 (12)	1494 (12)	10298 (12)
21	100	50	9,24	9,24	-3,83	0,00	164 (12)	1405 (12)	9684 (12)
22	100	50	9,24	9,24	-3,61	0,00	155 (12)	1326 (12)	9137 (12)
23	100	50	9,24	9,24	-3,41	0,00	146 (12)	1253 (12)	8637 (12)
24	100	50	9,24	9,24	-3,22	0,00	138 (12)	1185 (12)	8165 (12)
25	100	50	9,24	9,24	-3,04	0,00	130 (12)	1117 (12)	7700 (12)
26	100	50	9,24	9,24	-2,85	0,00	122 (12)	1048 (12)	7225 (12)
27	100	50	9,24	9,24	-2,66	0,00	114 (12)	975 (12)	6722 (12)
28	100	50	9,24	9,24	-2,45	0,00	105 (12)	898 (12)	6191 (12)
29	100	50	9,24	9,24	-2,23	0,00	96 (12)	818 (12)	5640 (12)
30	100	50	9,24	9,24	-2,00	0,00	86 (12)	736 (12)	5075 (12)
31	100	50	9,24	9,24	-1,78	0,00	76 (12)	654 (12)	4506 (12)
32	100	50	9,24	9,24	-1,56	0,00	67 (12)	571 (12)	3938 (12)
33	100	50	9,24	9,24	-1,34	0,00	57 (12)	490 (12)	3380 (12)
34	100	50	9,24	9,24	-1,12	0,00	48 (12)	412 (12)	2840 (12)
35	100	50	9,24	9,24	-0,92	0,00	39 (12)	337 (12)	2324 (12)
36	100	50	9,24	9,24	-0,73	0,00	31 (12)	267 (12)	1841 (12)
37	100	50	9,24	9,24	-0,55	0,00	24 (12)	203 (12)	1398 (12)
38	100	50	9,24	9,24	-0,40	0,00	17 (12)	145 (12)	1002 (12)
39	100	50	9,24	9,24	-0,26	0,00	11 (12)	96 (12)	662 (12)
40	100	50	9,24	9,24	-0,15	0,00	6 (12)	56 (12)	383 (12)
41	100	50	9,24	9,24	-0,07	0,00	3 (12)	25 (12)	175 (12)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	62 di 109

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
42	100	50	9,24	9,24	-0,02	0,00	1 (12)	7 (12)	45 (12)
43	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

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

Combinazioni SLEF

Contrafforte

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	20	32	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	20	34	0,00	0,00	0,00	1,63	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	20	35	0,00	0,00	0,01	8,13	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	20	37	0,00	0,00	0,02	29,05	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	20	38	0,00	0,00	0,05	193,85	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	20	40	0,00	0,00	0,11	139,07	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	20	42	10,05	104,65	0,18	76,80	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	20	43	10,05	166,61	0,29	63,01	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	20	45	10,05	215,55	0,44	58,13	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	20	46	10,05	254,35	0,62	56,46	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	20	48	10,05	286,26	0,85	56,34	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	20	50	10,05	313,61	1,13	57,09	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	20	51	10,05	337,88	1,47	58,39	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	20	53	10,05	360,00	1,87	60,07	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	20	54	10,05	380,59	2,33	62,03	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	20	56	10,05	400,05	2,87	64,21	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	20	58	10,05	418,69	3,48	66,56	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	20	59	10,05	436,72	4,18	69,06	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	20	61	10,05	454,31	4,97	71,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	20	62	10,05	471,56	5,88	74,36	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	20	64	10,05	488,56	6,90	77,15	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	20	66	10,05	505,34	8,05	80,01	0,000000	0,00	0,000 (11)
23	20	67	10,05	521,94	9,35	82,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
24	20	69	10,05	538,36	10,80	85,97	0,000000	0,00	0,000 (11)
25	20	70	10,05	554,62	12,41	89,06	0,000000	0,00	0,000 (11)
26	20	72	10,05	572,72	14,20	92,29	0,000000	0,00	0,000 (11)
27	20	74	10,05	586,74	16,17	95,46	0,000000	0,00	0,000 (11)
28	20	75	10,05	602,61	18,34	98,76	0,000000	0,00	0,000 (11)
29	20	77	10,05	616,87	20,71	102,14	0,000000	0,00	0,000 (11)
30	20	78	10,05	616,87	23,30	105,58	0,000000	0,00	0,000 (11)
31	20	80	10,05	616,87	26,11	109,09	0,000000	0,00	0,000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	100	50	9,24	2033,93	0,12	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	100	50	9,24	2033,93	0,48	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	100	50	9,24	2033,93	1,09	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	100	50	9,24	2033,93	1,95	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	100	50	9,24	2033,93	3,07	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	100	50	9,24	2033,93	4,46	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc REL	N.prog. 03	Rev. A	Pag. di Pag. 63 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	---------------------------

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
8	100	50	9,24	2033,93	6,13	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	100	50	9,24	2033,93	8,07	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	100	50	9,24	2033,93	10,30	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	100	50	9,24	2033,93	12,82	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	100	50	9,24	2033,93	15,64	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	100	50	9,24	2033,93	18,77	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	100	50	9,24	2033,93	22,20	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	100	50	9,24	2033,93	25,96	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	100	50	9,24	2971,96	-4,44	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	100	50	9,24	2971,96	-4,16	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	100	50	9,24	2971,96	-3,93	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	100	50	9,24	2971,96	-3,73	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	100	50	9,24	2971,96	-3,56	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	100	50	9,24	2971,96	-3,42	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	100	50	9,24	2971,96	-3,28	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
23	100	50	9,24	2971,96	-3,16	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
24	100	50	9,24	2971,96	-3,04	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
25	100	50	9,24	2971,96	-2,91	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
26	100	50	9,24	2971,96	-2,77	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
27	100	50	9,24	2971,96	-2,61	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
28	100	50	9,24	2971,96	-2,43	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
29	100	50	9,24	2971,96	-2,23	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
30	100	50	9,24	2971,96	-2,03	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
31	100	50	9,24	2971,96	-1,81	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
32	100	50	9,24	2971,96	-1,60	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
33	100	50	9,24	2971,96	-1,38	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
34	100	50	9,24	2971,96	-1,17	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
35	100	50	9,24	2971,96	-0,96	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
36	100	50	9,24	2971,96	-0,77	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
37	100	50	9,24	2971,96	-0,58	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
38	100	50	9,24	2971,96	-0,42	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
39	100	50	9,24	2971,96	-0,28	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
40	100	50	9,24	2971,96	-0,16	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
41	100	50	9,24	2971,96	-0,07	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
42	100	50	9,24	2971,96	-0,02	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
43	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)

Combinazioni SLEQ

Contrafforte

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	20	32	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	20	34	0,00	0,00	0,00	1,63	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	20	35	0,00	0,00	0,01	8,13	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	20	37	0,00	0,00	0,02	29,05	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	20	38	0,00	0,00	0,05	193,85	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	20	40	0,00	0,00	0,11	139,07	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	20	42	10,05	104,65	0,18	76,80	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	20	43	10,05	166,61	0,29	63,01	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	20	45	10,05	215,55	0,44	58,13	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	20	46	10,05	254,35	0,62	56,46	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	20	48	10,05	286,26	0,85	56,34	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	20	50	10,05	313,61	1,13	57,09	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	20	51	10,05	337,88	1,47	58,39	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	20	53	10,05	360,00	1,87	60,07	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	20	54	10,05	380,59	2,33	62,03	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	20	56	10,05	400,05	2,87	64,21	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	20	58	10,05	418,69	3,48	66,56	0,000000	0,00	0,000 (12)
18	20	59	10,05	436,72	4,18	69,06	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	20	61	10,05	454,31	4,97	71,66	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	20	62	10,05	471,56	5,88	74,36	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	20	64	10,05	488,56	6,90	77,15	0,000000	0,00	0,000 (12)
22	20	66	10,05	505,34	8,05	80,01	0,000000	0,00	0,000 (12)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	64 di 109

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
23	20	67	10,05	521,94	9,35	82,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
24	20	69	10,05	538,36	10,80	85,97	0,000000	0,00	0,000 (12)
25	20	70	10,05	554,62	12,41	89,06	0,000000	0,00	0,000 (12)
26	20	72	10,05	572,72	14,20	92,29	0,000000	0,00	0,000 (12)
27	20	74	10,05	586,74	16,17	95,46	0,000000	0,00	0,000 (12)
28	20	75	10,05	602,61	18,34	98,76	0,000000	0,00	0,000 (12)
29	20	77	10,05	616,87	20,71	102,14	0,000000	0,00	0,000 (12)
30	20	78	10,05	616,87	23,30	105,58	0,000000	0,00	0,000 (12)
31	20	80	10,05	616,87	26,11	109,09	0,000000	0,00	0,000 (12)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	100	50	9,24	2033,93	0,11	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	100	50	9,24	2033,93	0,43	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	100	50	9,24	2033,93	0,99	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	100	50	9,24	2033,93	1,77	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	100	50	9,24	2033,93	2,80	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	100	50	9,24	2033,93	4,08	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	100	50	9,24	2033,93	5,61	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	100	50	9,24	2033,93	7,40	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	100	50	9,24	2033,93	9,45	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	100	50	9,24	2033,93	11,79	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	100	50	9,24	2033,93	14,40	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	100	50	9,24	2033,93	17,31	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	100	50	9,24	2033,93	20,51	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	100	50	9,24	2033,93	24,01	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	100	50	9,24	2971,96	-5,45	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	100	50	9,24	2971,96	-5,03	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
18	100	50	9,24	2971,96	-4,66	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	100	50	9,24	2971,96	-4,34	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	100	50	9,24	2971,96	-4,07	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	100	50	9,24	2971,96	-3,83	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
22	100	50	9,24	2971,96	-3,61	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
23	100	50	9,24	2971,96	-3,41	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
24	100	50	9,24	2971,96	-3,22	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
25	100	50	9,24	2971,96	-3,04	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
26	100	50	9,24	2971,96	-2,85	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
27	100	50	9,24	2971,96	-2,66	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
28	100	50	9,24	2971,96	-2,45	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
29	100	50	9,24	2971,96	-2,23	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
30	100	50	9,24	2971,96	-2,00	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
31	100	50	9,24	2971,96	-1,78	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
32	100	50	9,24	2971,96	-1,56	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
33	100	50	9,24	2971,96	-1,34	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
34	100	50	9,24	2971,96	-1,12	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
35	100	50	9,24	2971,96	-0,92	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
36	100	50	9,24	2971,96	-0,73	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
37	100	50	9,24	2971,96	-0,55	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
38	100	50	9,24	2971,96	-0,40	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
39	100	50	9,24	2971,96	-0,26	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
40	100	50	9,24	2971,96	-0,15	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
41	100	50	9,24	2971,96	-0,07	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
42	100	50	9,24	2971,96	-0,02	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
43	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)

10.3.5 Verifiche di stabilita' locale

Si riportano di seguito i coefficienti di sicurezza per la valutazione della capacità portante nonché i coefficienti di sicurezza minimi provenienti dalla analisi.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	65 di 109

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	152,62	0,00	0,00	--	--	152,62	121,37	1.257
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	147,77	0,00	0,00	--	--	147,77	131,74	1.122

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	248,48	590,04	421,46	2.375
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	265,29	590,14	421,53	2.225

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5By/N, viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	ry	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	25.803	0.505	1.145	--	--	--	--	0.975	1,10	2,52	10,19	28.00	10
	14.720	0.505	1.073	--	--	--	--						
	11.190	0.005	1.073	--	--	--	--						
2	25.803	0.479	1.145	--	--	--	--	0.975	1,10	2,52	10,19	28.00	10
	14.720	0.479	1.073	--	--	--	--						
	11.190	0.000	1.073	--	--	--	--						

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
7 - EQU	741,47	337,98	2.194
9 - EQU H - V	774,07	357,96	2.162

Verifica stabilità globale muro + terreno

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	66 di 109

Simbologia adottata

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

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	0,00; 4,50	8,44	1.529
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	0,00; 4,50	8,44	1.270

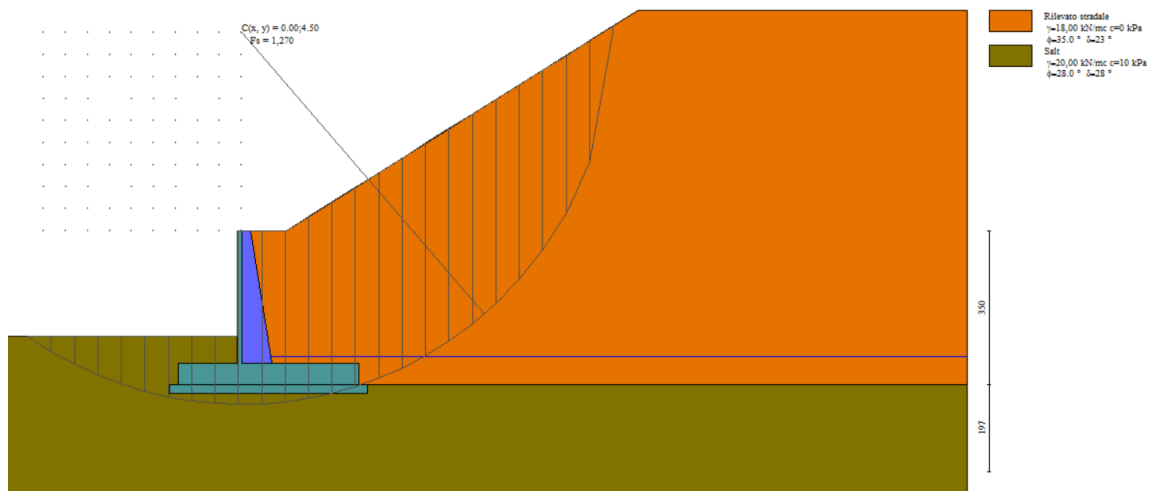
10.3.6 Verifica di stabilità globale

L'analisi di stabilità globale condotta secondo il metodo di Bishop semplificato ha portato ai risultati che seguono.

Verifica stabilità globale muro + terreno
Simbologia adottata

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

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	0,00; 4,50	8,44	1.529
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	0,00; 4,50	8,44	1.277
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	0,00; 4,50	8,44	1.270


Figura 16 - Verifica di stabilità globale dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 3

10.4 Muri di sottoscarpa - fondazione diretta - tipo 4

10.4.1 Modello di calcolo

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica del modello di calcolo adottato.

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	67 di 109

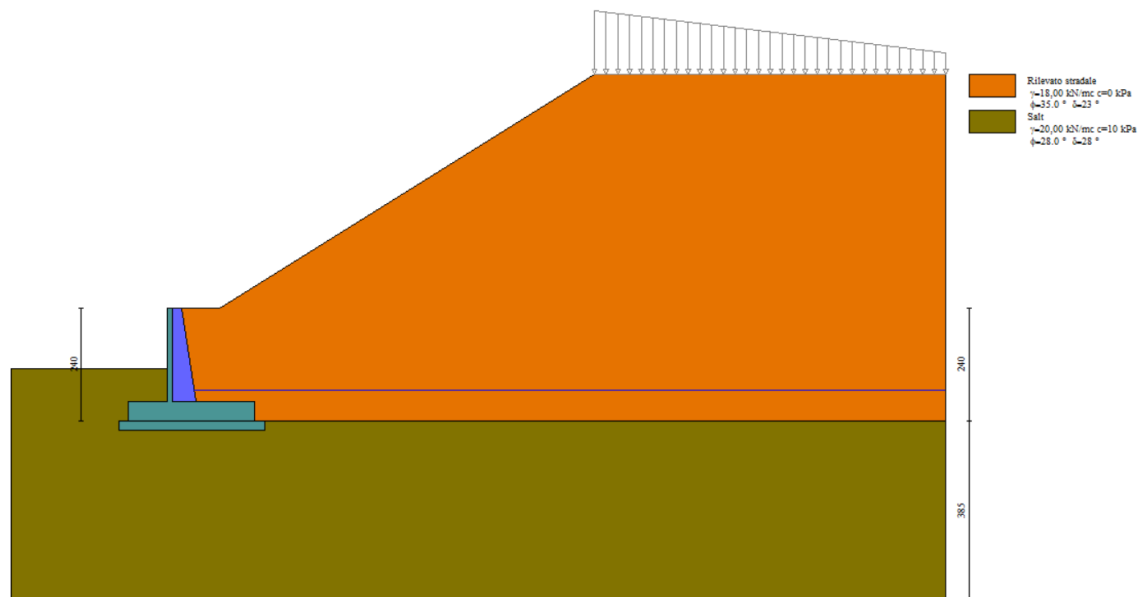


Figura 17 - Modello di calcolo dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 4

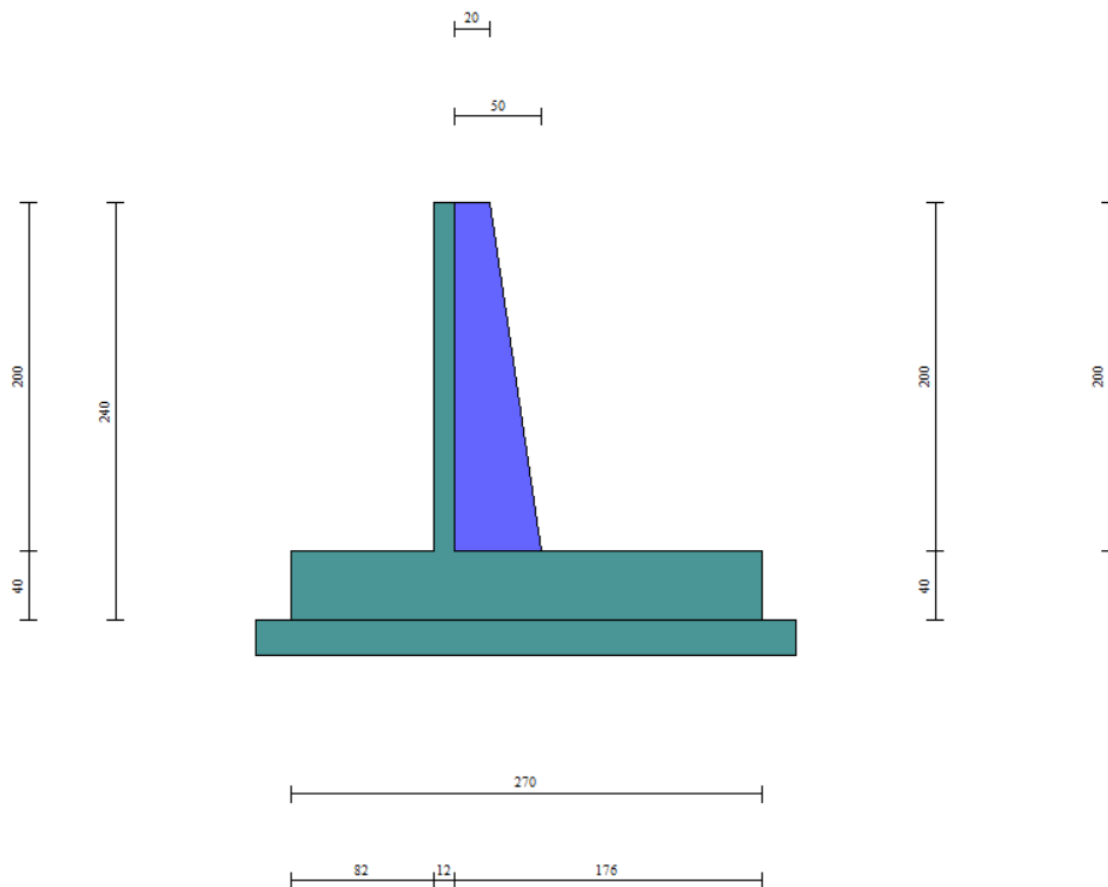


Figura 18 - Geometria dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 4

Spinta e forze (involuppo):

Simbologia adottata

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	69 di 109

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
2	-0,85	0,00	0,00	1,34	3,15	0,06	0,14
3	-0,76	0,00	0,00	2,72	6,25	0,25	0,57
4	-0,67	0,00	0,00	4,15	9,30	0,56	1,28
5	-0,58	0,00	0,00	5,62	12,29	1,00	2,26
6	-0,48	0,00	0,00	7,13	15,24	1,58	3,52
7	-0,39	0,00	0,00	8,68	18,14	2,30	5,04
8	-0,30	0,00	0,00	10,27	20,98	3,17	6,82
9	-0,21	0,00	0,00	11,91	23,78	4,18	8,86
10	-0,12	0,00	0,00	13,58	26,52	5,34	11,15
11	0,00	0,00	0,00	-17,80	0,98	-17,00	1,19
12	0,10	0,00	0,00	-16,82	1,17	-15,31	1,09
13	0,20	0,00	0,00	-15,85	1,31	-13,72	0,96
14	0,29	0,00	0,00	-14,92	1,40	-12,21	0,83
15	0,39	0,00	0,00	-14,01	1,43	-10,80	0,69
16	0,49	0,00	0,00	-13,14	1,42	-9,47	0,55
17	0,59	0,00	0,00	-12,29	1,36	-8,23	0,42
18	0,68	0,00	0,00	-11,46	1,25	-7,07	0,29
19	0,78	0,00	0,00	-10,67	1,09	-5,98	0,17
20	0,88	0,00	0,00	-9,90	0,88	-4,98	0,08
21	0,98	0,00	0,00	-9,16	0,62	-4,05	0,00
22	1,08	0,00	0,00	-8,40	0,34	-3,19	-0,04
23	1,17	0,00	0,00	-7,54	0,12	-2,43	-0,07
24	1,27	0,00	0,00	-6,56	-0,04	-1,76	-0,07
25	1,37	0,00	0,00	-5,53	-0,15	-1,17	-0,06
26	1,47	0,00	0,00	-4,41	-0,20	-0,69	-0,04
27	1,56	0,00	0,00	-3,12	-0,19	-0,32	-0,02
28	1,66	0,00	0,00	-1,65	-0,12	-0,08	-0,01
29	1,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

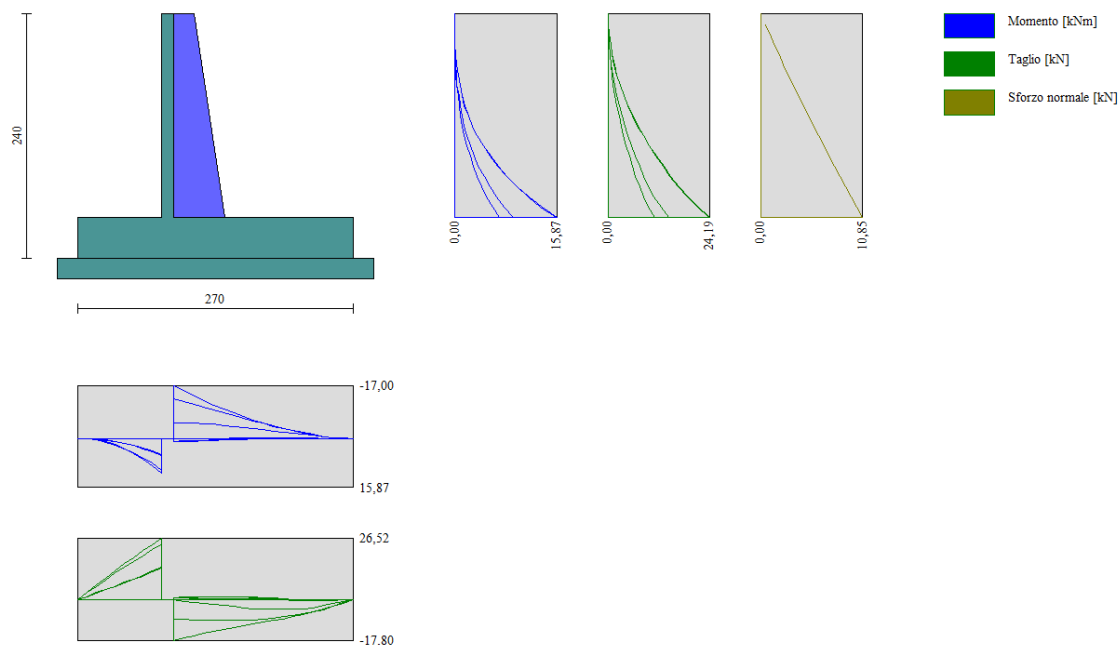


Figura 19 - Involuppo delle sollecitazioni dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 4

10.4.2 Armature di progetto

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della fondazione (di larghezza pari ad 1 m):

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	70 di 109

Tabella 17 – Armature di progetto paramento e fondazione

CONTRAFFORTE		FONDAZIONE	
Tipo armatura	ferri	Tipo armatura	ferri
Dritto inferiore	5φ14	Dritto superiore	6φ14
Dritto superiore	5φ16	Dritto inferiore	6φ14
Dritto superiore sec	5φ14	Ripartitore	13φ14
Secondari	2φ16	Gancio	(2x2)φ14/m
Staffa orizzontale	9φ8 (passo 25 cm)		

Ai fini delle verifiche strutturali sono state considerate le armature riportate nella tabella seguente:

Elemento	Armatura a flessione		Armatura a taglio
	A _{f1}	A _{f2}	A _t
CONTRAFFORTE	5φ16	5φ14	[-]
FONDAZIONE	6φ14	6φ14	[-]

dove:

A_{f1} armatura lato teso;

A_{f2} armatura lato compresso;

A_t armatura a taglio.

Si precisa che, ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per il paramento (contrafforte) e la fondazione ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm.

10.4.3 Verifiche strutturali SLU

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area ferri inferiori espresso in [cmq]
A _{fs}	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sforzo normale ultimo espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Contrafforte

n°	B	H	A _{fi}	A _{fs}	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	20	32	7,70	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	20	34	7,70	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
3	20	35	7,70	10,05	0,02	0,95	66,68	2831,00	2972.983
4	20	37	7,70	10,05	0,07	1,44	121,65	2597,36	1804.483
5	20	38	7,70	10,05	0,15	1,93	181,80	2345,54	1212.856
6	20	39	7,70	10,05	0,28	2,44	227,91	1975,16	810.901
7	20	41	7,70	10,05	0,47	2,94	233,25	1454,88	494.019
8	20	43	7,70	10,05	0,73	3,46	227,70	1073,25	310.050
9	20	44	7,70	10,05	1,08	3,99	218,25	806,06	202.250
10	20	46	7,70	10,05	1,52	4,52	213,62	635,85	140.776
11	20	47	7,70	10,05	2,06	5,06	212,69	521,77	103.210
12	20	49	7,70	10,05	2,72	5,60	213,95	440,56	78.652

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	71 di 109

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
13	20	50	7,70	10,05	3,51	6,15	215,29	377,81	61.386
14	20	52	7,70	10,05	4,43	6,72	217,13	328,94	48.983
15	20	53	7,70	10,05	5,51	7,28	219,83	290,67	39.908
16	20	55	15,39	10,05	6,75	7,86	222,74	259,52	33.022
17	20	56	7,70	10,05	8,16	8,44	226,91	234,85	27.820
18	20	58	7,70	10,05	9,75	9,03	231,02	213,90	23.683
19	20	59	7,70	10,05	11,56	9,63	235,39	196,13	20.369
20	20	61	7,70	10,05	13,58	10,23	239,95	180,77	17.664
21	20	62	7,70	10,05	15,87	10,85	244,64	167,24	15.419

Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	40	9,24	9,24	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	40	9,24	9,24	0,14	0,00	125,12	0,00	869.711
3	100	40	9,24	9,24	0,57	0,00	125,12	0,00	218.595
4	100	40	9,24	9,24	1,28	0,00	125,12	0,00	97.678
5	100	40	9,24	9,24	2,26	0,00	125,12	0,00	55.242
6	100	40	9,24	9,24	3,52	0,00	125,12	0,00	35.548
7	100	40	9,24	9,24	5,04	0,00	125,12	0,00	24.821
8	100	40	9,24	9,24	6,82	0,00	125,12	0,00	18.337
9	100	40	9,24	9,24	8,86	0,00	125,12	0,00	14.117
10	100	40	9,24	9,24	11,15	0,00	125,12	0,00	11.216
11	100	40	9,24	9,24	-17,00	0,00	-125,12	0,00	7.358
12	100	40	9,24	9,24	-15,31	0,00	-125,12	0,00	8.171
13	100	40	9,24	9,24	-13,72	0,00	-125,12	0,00	9.122
14	100	40	9,24	9,24	-12,21	0,00	-125,12	0,00	10.246
15	100	40	9,24	9,24	-10,80	0,00	-125,12	0,00	11.588
16	100	40	9,24	9,24	-9,47	0,00	-125,12	0,00	13.212
17	100	40	9,24	9,24	-8,23	0,00	-125,12	0,00	15.208
18	100	40	9,24	9,24	-7,07	0,00	-125,12	0,00	17.706
19	100	40	9,24	9,24	-5,98	0,00	-125,12	0,00	20.906
20	100	40	9,24	9,24	-4,98	0,00	-125,12	0,00	25.126
21	100	40	9,24	9,24	-4,05	0,00	-125,12	0,00	30.906
22	100	40	9,24	9,24	-3,19	0,00	-125,12	0,00	39.233
23	100	40	9,24	9,24	-2,43	0,00	-125,12	0,00	51.432
24	100	40	9,24	9,24	-1,76	0,00	-125,12	0,00	71.045
25	100	40	9,24	9,24	-1,17	0,00	-125,12	0,00	106.663
26	100	40	9,24	9,24	-0,69	0,00	-125,12	0,00	182.479
27	100	40	9,24	9,24	-0,32	0,00	-125,12	0,00	395.671
28	100	40	9,24	9,24	-0,08	0,00	-125,12	0,00	1527.237
29	100	40	9,24	9,24	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

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

Contrafforte

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	20	32	0,00	2,50	122,62	793,06	122,62	0,00	100.000
2	20	34	0,00	2,50	129,25	835,54	129,25	0,09	1385.561
3	20	35	0,00	2,50	135,89	878,03	135,89	0,30	453.389
4	20	37	0,00	2,50	142,53	920,51	142,53	0,62	230.378
5	20	38	0,00	2,50	149,17	963,00	149,17	1,05	142.132
6	20	39	0,00	2,50	155,81	1005,48	155,81	1,59	97.837

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	72 di 109

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
7	20	41	0,00	2,50	162,45	1047,97	162,45	2,25	72.262
8	20	43	0,00	2,50	169,09	1090,46	169,09	3,02	56.064
9	20	44	0,00	2,50	175,73	1132,94	175,73	3,90	45.100
10	20	46	0,00	2,50	182,38	1175,43	182,38	4,89	37.299
11	20	47	0,00	2,50	189,03	1217,91	189,03	6,00	31.530
12	20	49	0,00	2,50	195,68	1260,40	195,68	7,21	27.127
13	20	50	0,00	2,50	202,33	1302,88	202,33	8,54	23.681
14	20	52	0,00	2,50	208,98	1345,37	208,98	9,99	20.925
15	20	53	0,00	2,50	215,63	1387,85	215,63	11,54	18.681
16	20	55	0,00	2,50	222,29	1430,34	222,29	13,22	16.816
17	20	56	0,00	2,50	228,94	1472,82	228,94	15,02	15.239
18	20	58	0,00	2,50	235,60	1515,31	235,60	16,97	13.881
19	20	59	0,00	2,50	242,25	1557,79	242,25	19,10	12.683
20	20	61	0,00	2,50	248,91	1600,28	248,91	21,50	11.577
21	20	62	0,00	2,50	255,57	1642,76	255,57	24,19	10.566

Fondazione

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	0,00	100.000
2	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-3,15	62.046
3	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-6,25	31.274
4	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-9,30	21.020
5	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-12,29	15.894
6	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-15,24	12.821
7	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-18,14	10.774
8	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-20,98	9.312
9	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-23,78	8.218
10	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-26,52	7.367
11	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-17,80	10.975
12	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-16,82	11.621
13	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-15,85	12.325
14	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-14,92	13.097
15	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-14,01	13.943
16	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-13,14	14.876
17	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-12,29	15.906
18	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-11,46	17.049
19	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-10,67	18.321
20	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-9,90	19.743
21	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-9,16	21.340
22	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-8,40	23.258
23	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-7,54	25.922
24	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-6,56	29.776
25	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-5,53	35.345
26	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-4,41	44.304
27	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-3,12	62.701
28	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	-1,65	118.694
29	100	40	0,00	--	0,00	0,00	195,41	0,00	100.000

10.4.4 Verifiche strutturali SLE

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A _{fi}	area ferri inferiori, espressa in [cmq]
A _{fs}	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente, espressa in [kN]
σ _c	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

Combinazioni SLER

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	73 di 109

Contrafforte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	20	32	7,70	10,05	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	20	34	7,70	10,05	0,00	0,47	3 (10)	23 (10)	31 (10)
3	20	35	7,70	10,05	0,01	0,95	6 (10)	40 (10)	63 (10)
4	20	37	7,70	10,05	0,02	1,44	10 (10)	43 (10)	99 (10)
5	20	38	7,70	10,05	0,05	1,93	14 (10)	31 (10)	140 (10)
6	20	39	7,70	10,05	0,11	2,44	19 (10)	0 (1)	187 (10)
7	20	41	7,70	10,05	0,18	2,94	25 (10)	84 (10)	243 (10)
8	20	43	7,70	10,05	0,29	3,46	32 (10)	230 (10)	308 (10)
9	20	44	7,70	10,05	0,44	3,99	41 (10)	451 (10)	383 (10)
10	20	46	7,70	10,05	0,62	4,52	51 (10)	750 (10)	467 (10)
11	20	47	7,70	10,05	0,85	5,06	63 (10)	1130 (10)	560 (10)
12	20	49	7,70	10,05	1,13	5,60	75 (10)	1593 (10)	663 (10)
13	20	50	7,70	10,05	1,47	6,15	89 (10)	2142 (10)	775 (10)
14	20	52	7,70	10,05	1,87	6,72	104 (10)	2779 (10)	897 (10)
15	20	53	7,70	10,05	2,33	7,28	121 (10)	3507 (10)	1028 (10)
16	20	55	15,39	10,05	2,87	7,86	143 (10)	4302 (10)	977 (10)
17	20	56	7,70	10,05	3,48	8,44	157 (10)	5244 (10)	1321 (10)
18	20	58	7,70	10,05	4,18	9,03	177 (10)	6264 (10)	1482 (10)
19	20	59	7,70	10,05	4,97	9,63	198 (10)	7396 (10)	1656 (10)
20	20	61	7,70	10,05	5,88	10,23	221 (10)	8661 (10)	1843 (10)
21	20	62	7,70	10,05	6,92	10,85	246 (10)	10088 (10)	2048 (10)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 1255271 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	100	40	9,24	9,24	0,06	0,00	4 (10)	205 (10)	30 (10)
3	100	40	9,24	9,24	0,25	0,00	16 (10)	828 (10)	122 (10)
4	100	40	9,24	9,24	0,58	0,00	37 (10)	1882 (10)	278 (10)
5	100	40	9,24	9,24	1,03	0,00	66 (10)	3380 (10)	499 (10)
6	100	40	9,24	9,24	1,63	0,00	103 (10)	5334 (10)	787 (10)
7	100	40	9,24	9,24	2,37	0,00	151 (10)	7759 (10)	1145 (10)
8	100	40	9,24	9,24	3,26	0,00	207 (10)	10666 (10)	1574 (10)
9	100	40	9,24	9,24	4,30	0,00	273 (10)	14068 (10)	2076 (10)
10	100	40	9,24	9,24	5,50	0,00	349 (10)	17979 (10)	2653 (10)
11	100	40	9,24	9,24	1,19	0,00	76 (10)	3898 (10)	575 (10)
12	100	40	9,24	9,24	1,09	0,00	69 (10)	3553 (10)	524 (10)
13	100	40	9,24	9,24	0,96	0,00	61 (10)	3156 (10)	466 (10)
14	100	40	9,24	9,24	0,83	0,00	53 (10)	2723 (10)	402 (10)
15	100	40	9,24	9,24	0,69	0,00	44 (10)	2269 (10)	335 (10)
16	100	40	9,24	9,24	0,55	0,00	35 (10)	1811 (10)	267 (10)
17	100	40	9,24	9,24	0,42	0,00	26 (10)	1364 (10)	201 (10)
18	100	40	9,24	9,24	0,29	0,00	18 (10)	945 (10)	139 (10)
19	100	40	9,24	9,24	0,17	0,00	11 (10)	569 (10)	84 (10)
20	100	40	9,24	9,24	0,08	0,00	5 (10)	252 (10)	37 (10)
21	100	40	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (1)	10 (10)	0 (1)
22	100	40	9,24	9,24	-0,04	0,00	3 (10)	21 (10)	143 (10)
23	100	40	9,24	9,24	-0,07	0,00	4 (10)	32 (10)	216 (10)
24	100	40	9,24	9,24	-0,07	0,00	4 (10)	33 (10)	227 (10)
25	100	40	9,24	9,24	-0,06	0,00	4 (10)	29 (10)	195 (10)
26	100	40	9,24	9,24	-0,04	0,00	3 (10)	20 (10)	137 (10)
27	100	40	9,24	9,24	-0,02	0,00	1 (10)	11 (10)	73 (10)
28	100	40	9,24	9,24	-0,01	0,00	0 (10)	0 (1)	21 (10)
29	100	40	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)

Combinazioni SLEQ

Contrafforte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11205 [kPa]

2.12PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	74 di 109

Tensione massima di trazione dell'acciaio

450000

[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	20	32	7,70	10,05	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	20	34	7,70	10,05	0,00	0,47	3 (12)	23 (12)	31 (12)
3	20	35	7,70	10,05	0,01	0,95	6 (12)	40 (12)	63 (12)
4	20	37	7,70	10,05	0,02	1,44	10 (12)	43 (12)	99 (12)
5	20	38	7,70	10,05	0,05	1,93	14 (12)	31 (12)	140 (12)
6	20	39	7,70	10,05	0,11	2,44	19 (12)	0 (1)	187 (12)
7	20	41	7,70	10,05	0,18	2,94	25 (12)	84 (12)	243 (12)
8	20	43	7,70	10,05	0,29	3,46	32 (12)	230 (12)	308 (12)
9	20	44	7,70	10,05	0,44	3,99	41 (12)	451 (12)	383 (12)
10	20	46	7,70	10,05	0,62	4,52	51 (12)	750 (12)	467 (12)
11	20	47	7,70	10,05	0,85	5,06	63 (12)	1130 (12)	560 (12)
12	20	49	7,70	10,05	1,13	5,60	75 (12)	1593 (12)	663 (12)
13	20	50	7,70	10,05	1,47	6,15	89 (12)	2142 (12)	775 (12)
14	20	52	7,70	10,05	1,87	6,72	104 (12)	2779 (12)	897 (12)
15	20	53	7,70	10,05	2,33	7,28	121 (12)	3507 (12)	1028 (12)
16	20	55	15,39	10,05	2,87	7,86	143 (12)	4302 (12)	977 (12)
17	20	56	7,70	10,05	3,48	8,44	157 (12)	5244 (12)	1321 (12)
18	20	58	7,70	10,05	4,18	9,03	177 (12)	6264 (12)	1482 (12)
19	20	59	7,70	10,05	4,97	9,63	198 (12)	7396 (12)	1656 (12)
20	20	61	7,70	10,05	5,88	10,23	221 (12)	8661 (12)	1843 (12)
21	20	62	7,70	10,05	6,92	10,85	246 (12)	10088 (12)	2048 (12)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

14940

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

1569089

[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	100	40	9,24	9,24	0,06	0,00	4 (12)	199 (12)	29 (12)
3	100	40	9,24	9,24	0,25	0,00	16 (12)	803 (12)	119 (12)
4	100	40	9,24	9,24	0,56	0,00	35 (12)	1826 (12)	270 (12)
5	100	40	9,24	9,24	1,00	0,00	64 (12)	3280 (12)	484 (12)
6	100	40	9,24	9,24	1,58	0,00	100 (12)	5177 (12)	764 (12)
7	100	40	9,24	9,24	2,30	0,00	146 (12)	7530 (12)	1111 (12)
8	100	40	9,24	9,24	3,17	0,00	201 (12)	10352 (12)	1528 (12)
9	100	40	9,24	9,24	4,18	0,00	265 (12)	13655 (12)	2015 (12)
10	100	40	9,24	9,24	5,34	0,00	339 (12)	17452 (12)	2576 (12)
11	100	40	9,24	9,24	0,07	0,00	5 (12)	236 (12)	35 (12)
12	100	40	9,24	9,24	0,08	0,00	5 (12)	267 (12)	39 (12)
13	100	40	9,24	9,24	0,07	0,00	4 (12)	228 (12)	34 (12)
14	100	40	9,24	9,24	0,04	0,00	3 (12)	134 (12)	20 (12)
15	100	40	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (1)	0 (1)	0 (1)
16	100	40	9,24	9,24	-0,05	0,00	3 (12)	23 (12)	156 (12)
17	100	40	9,24	9,24	-0,10	0,00	6 (12)	47 (12)	322 (12)
18	100	40	9,24	9,24	-0,15	0,00	9 (12)	71 (12)	480 (12)
19	100	40	9,24	9,24	-0,19	0,00	12 (12)	91 (12)	615 (12)
20	100	40	9,24	9,24	-0,22	0,00	14 (12)	105 (12)	713 (12)
21	100	40	9,24	9,24	-0,23	0,00	15 (12)	112 (12)	756 (12)
22	100	40	9,24	9,24	-0,22	0,00	14 (12)	108 (12)	733 (12)
23	100	40	9,24	9,24	-0,20	0,00	13 (12)	96 (12)	652 (12)
24	100	40	9,24	9,24	-0,16	0,00	10 (12)	78 (12)	531 (12)
25	100	40	9,24	9,24	-0,12	0,00	8 (12)	58 (12)	390 (12)
26	100	40	9,24	9,24	-0,08	0,00	5 (12)	37 (12)	248 (12)
27	100	40	9,24	9,24	-0,04	0,00	2 (12)	18 (12)	123 (12)
28	100	40	9,24	9,24	-0,01	0,00	1 (12)	5 (12)	34 (12)
29	100	40	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	75 di 109

Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

Combinazioni SLEF

Contrafforte

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	20	32	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	20	34	0,00	0,00	0,00	1,63	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	20	35	0,00	0,00	0,01	8,17	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	20	37	0,00	0,00	0,02	29,61	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	20	38	0,00	0,00	0,05	226,73	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	20	39	0,00	0,00	0,11	124,80	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	20	41	10,05	109,20	0,18	71,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	20	43	10,05	169,59	0,29	59,57	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	20	44	10,05	216,56	0,44	55,10	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	20	46	10,05	253,46	0,62	53,56	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	20	47	10,05	283,69	0,85	53,42	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	20	49	10,05	309,53	1,13	54,08	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	20	50	10,05	332,42	1,47	55,26	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	20	52	10,05	353,27	1,87	56,78	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	20	53	10,05	372,65	2,33	58,56	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	20	55	10,05	392,51	2,87	60,68	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	20	56	10,05	408,49	3,48	62,68	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	20	58	10,05	425,43	4,18	64,95	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	20	59	10,05	441,94	4,97	67,32	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	20	61	10,05	458,17	5,88	69,78	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	20	62	10,05	474,23	6,92	72,29	0,000000	0,00	0,000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	100	40	9,24	1594,23	0,06	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	100	40	9,24	1594,23	0,25	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	100	40	9,24	1594,23	0,56	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	100	40	9,24	1594,23	1,01	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	100	40	9,24	1594,23	1,60	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	100	40	9,24	1594,23	2,33	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	100	40	9,24	1594,23	3,21	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	100	40	9,24	1594,23	4,23	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	100	40	9,24	1594,23	5,41	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	100	40	9,24	1594,23	0,92	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	100	40	9,24	1594,23	0,84	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	100	40	9,24	1594,23	0,75	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	100	40	9,24	1594,23	0,65	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	100	40	9,24	1594,23	0,53	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	100	40	9,24	1594,23	0,42	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	100	40	9,24	1594,23	0,30	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	100	40	9,24	1594,23	0,19	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	100	40	9,24	1594,23	0,10	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	100	40	9,24	1594,23	0,01	94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	100	40	9,24	2971,96	-0,05	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	100	40	9,24	2971,96	-0,08	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
23	100	40	9,24	2971,96	-0,09	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
24	100	40	9,24	2971,96	-0,09	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
25	100	40	9,24	2971,96	-0,07	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
26	100	40	9,24	2971,96	-0,05	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
27	100	40	9,24	2971,96	-0,03	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
28	100	40	9,24	2971,96	-0,01	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (11)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	76 di 109

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
29	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)

Combinazioni SLEQ

Contrafforte

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	20	32	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	20	34	0,00	0,00	0,00	1,63	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	20	35	0,00	0,00	0,01	8,17	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	20	37	0,00	0,00	0,02	29,61	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	20	38	0,00	0,00	0,05	226,73	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	20	39	0,00	0,00	0,11	124,80	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	20	41	10,05	109,20	0,18	71,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	20	43	10,05	169,59	0,29	59,57	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	20	44	10,05	216,56	0,44	55,10	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	20	46	10,05	253,46	0,62	53,56	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	20	47	10,05	283,69	0,85	53,42	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	20	49	10,05	309,53	1,13	54,08	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	20	50	10,05	332,42	1,47	55,26	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	20	52	10,05	353,27	1,87	56,78	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	20	53	10,05	372,65	2,33	58,56	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	20	55	10,05	392,51	2,87	60,68	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	20	56	10,05	408,49	3,48	62,68	0,000000	0,00	0,000 (12)
18	20	58	10,05	425,43	4,18	64,95	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	20	59	10,05	441,94	4,97	67,32	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	20	61	10,05	458,17	5,88	69,78	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	20	62	10,05	474,23	6,92	72,29	0,000000	0,00	0,000 (12)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	100	40	9,24	1594,23	0,06	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	100	40	9,24	1594,23	0,25	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	100	40	9,24	1594,23	0,56	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	100	40	9,24	1594,23	1,00	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	100	40	9,24	1594,23	1,58	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	100	40	9,24	1594,23	2,30	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	100	40	9,24	1594,23	3,17	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	100	40	9,24	1594,23	4,18	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	100	40	9,24	1594,23	5,34	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	100	40	9,24	1594,23	0,07	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	100	40	9,24	1594,23	0,08	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	100	40	9,24	1594,23	0,07	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	100	40	9,24	1594,23	0,04	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	100	40	9,24	1594,23	0,00	94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	100	40	9,24	2971,96	-0,05	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	100	40	9,24	2971,96	-0,10	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
18	100	40	9,24	2971,96	-0,15	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	100	40	9,24	2971,96	-0,19	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	100	40	9,24	2971,96	-0,22	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	100	40	9,24	2971,96	-0,23	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
22	100	40	9,24	2971,96	-0,22	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
23	100	40	9,24	2971,96	-0,20	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
24	100	40	9,24	2971,96	-0,16	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
25	100	40	9,24	2971,96	-0,12	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
26	100	40	9,24	2971,96	-0,08	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
27	100	40	9,24	2971,96	-0,04	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
28	100	40	9,24	2971,96	-0,01	-94,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
29	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	77 di 109

10.4.5 Verifiche di stabilità locale

Si riportano di seguito i coefficienti di sicurezza per la valutazione della capacità portante nonché i coefficienti di sicurezza minimi provenienti dalla analisi.

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	69,85	0,00	0,00	--	--	69,85	49,83	1.402
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	70,82	0,00	0,00	--	--	70,82	63,61	1.113

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	105,97	620,97	443,55	5.860
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	118,94	513,73	366,95	4.319

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5ByN, viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo "--" sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc	ic	dc	gc	bc	sc	pc	ry	D	B'	γ	φ	c
	Nq	iq	dq	gq	bq	sq	pq		[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
	Ny	iy	dy	gy	by	sy	py						
1	25.803	0.519	1.145	--	--	--	--	0.975	1,10	2,52	10,19	28.00	10
	14.720	0.519	1.073	--	--	--	--						
	11.190	0.010	1.073	--	--	--	--						
2	25.803	0.456	1.145	--	--	--	--	0.975	1,10	2,52	10,19	28.00	10
	14.720	0.456	1.073	--	--	--	--						
	11.190	0.002	1.073	--	--	--	--						

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	78 di 109

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
7 - EQU	222,08	112,29	1.978
9 - EQU H - V	235,43	120,52	1.953

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	0,00; 4,50	7,13	1.750
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	0,00; 4,50	7,13	1.437

10.4.6 Verifica di stabilità globale

L'analisi di stabilità globale condotta secondo il metodo di Bishop semplificato ha portato ai risultati che seguono.

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	0,00; 4,50	7,13	1.750
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	0,00; 4,50	7,13	1.441
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	0,00; 4,50	7,13	1.437

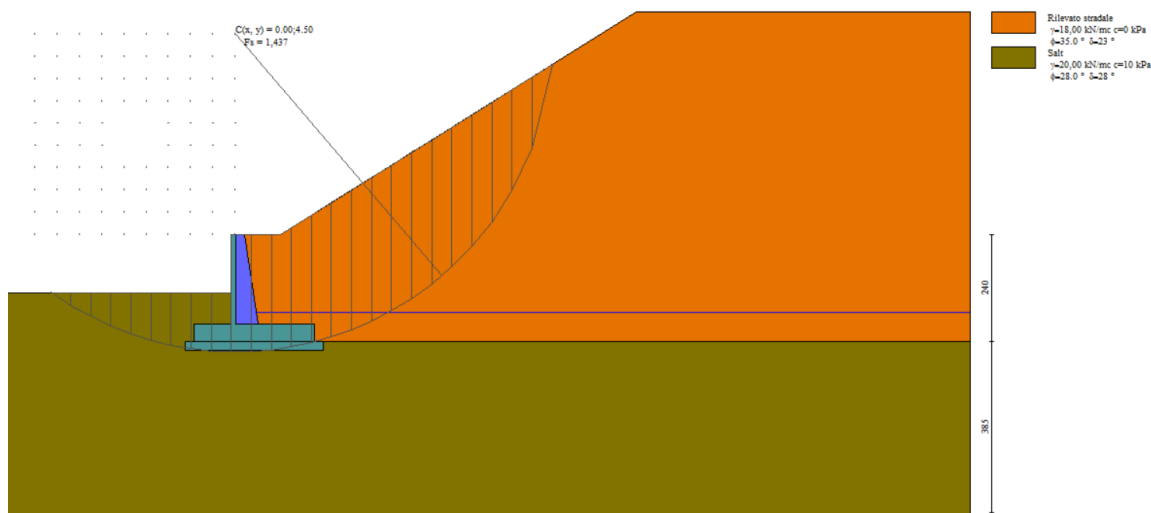


Figura 20 - Verifica di stabilità globale dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 4

10.5 Muri di sottoscarpa - fondazione diretta - tipo 5

10.5.1 Modello di calcolo

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica del modello di calcolo adottato.

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	79 di 109

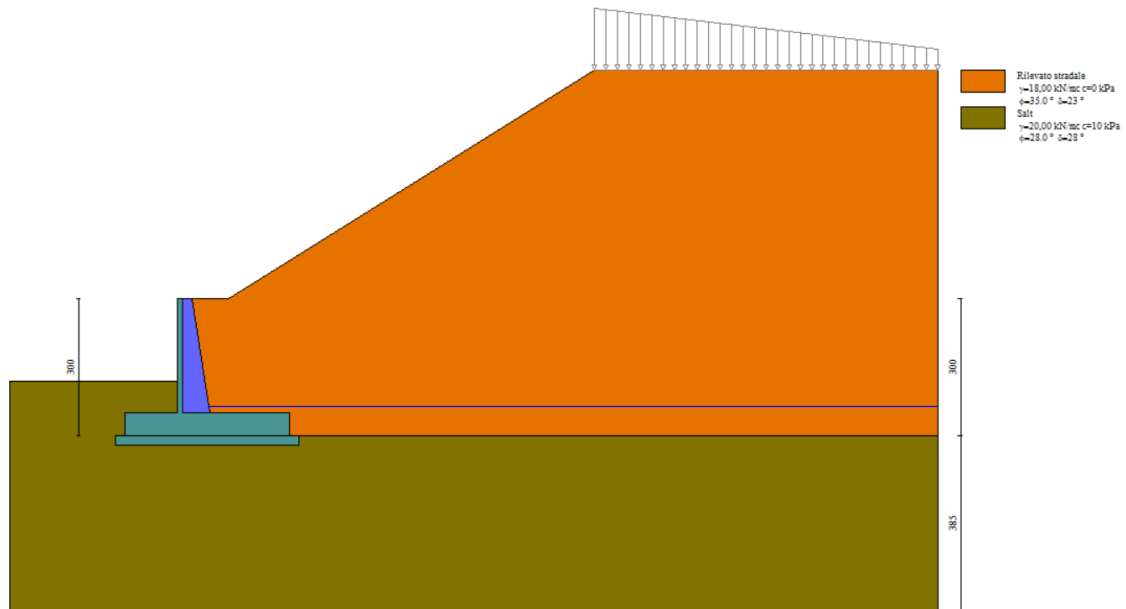


Figura 21 - Modello di calcolo dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 5

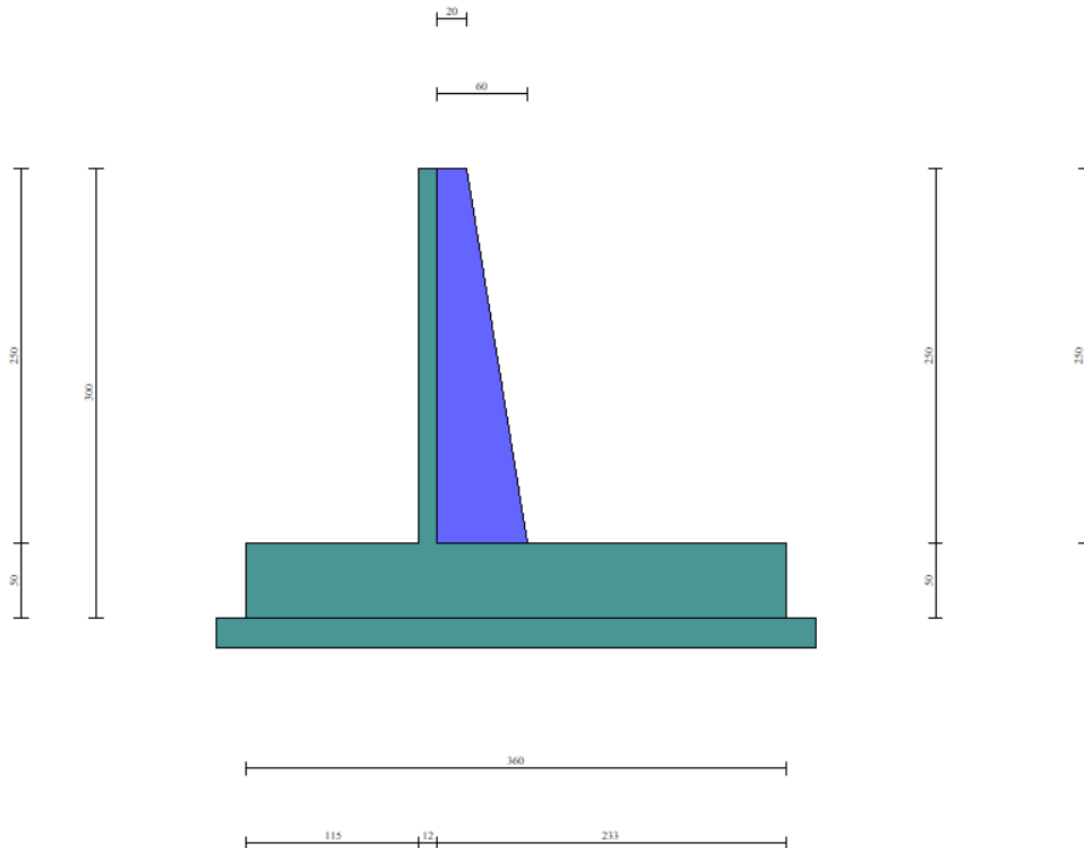


Figura 22 - Geometria dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 5

Spinta e forze (involuppo):

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	80 di 109

Simbologia adottata

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

Ic	A	V	I	Cx	Cy	Px	Py
		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
1	Spinta statica	93,28	23,33	85,65	36,94	2,33	-1,74
	Peso/Inerzia muro			0,00	51,49/0,00	0,45	-2,54
	Peso/Inerzia contrafforte			0,00	3,89/0,00	0,22	-1,46
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	111,94/0,00	1,23	-1,12
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,00	12,80	-0,70	-2,15
	Spinta falda da monte			2,69		2,33	-2,78
	Sottostinta della falda				29,83	0,53	-3,00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
2	Spinta statica	60,97	23,33	55,98	24,15	2,33	-1,69
	Incremento di spinta sismica		31,77	29,17	12,58	2,33	-1,72
	Peso/Inerzia muro			5,10	51,49/2,55	0,45	-2,54
	Peso/Inerzia contrafforte			0,39	3,89/0,19	0,22	-1,46
	Peso/Inerzia terrapieno			11,09	111,94/5,54	1,23	-1,12
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			1,27	12,80	-0,70	-2,15
	Spinta falda da monte			2,07		2,33	-2,78
	Sottostinta della falda				22,95	0,53	-3,00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00

Inviluppo delle sollecitazioni paramento (contrafforte prefabbricato):

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	0,37	0,37	0,03	0,09	0,00	0,00
3	-0,20	0,74	0,74	0,10	0,30	0,01	0,02
4	-0,30	1,11	1,11	0,23	0,61	0,02	0,07
5	-0,40	1,48	1,48	0,41	1,04	0,05	0,15
6	-0,50	1,85	1,85	0,64	1,58	0,11	0,28
7	-0,60	2,22	2,22	0,92	2,23	0,18	0,47
8	-0,70	2,59	2,59	1,25	2,99	0,29	0,73
9	-0,80	2,97	2,97	1,63	3,86	0,44	1,07
10	-0,90	3,34	3,34	2,06	4,84	0,62	1,50
11	-1,00	3,71	3,71	2,55	5,93	0,85	2,04
12	-1,10	4,08	4,08	3,08	7,14	1,13	2,69
13	-1,20	4,45	4,45	3,67	8,46	1,47	3,47
14	-1,30	4,82	4,82	4,30	9,88	1,87	4,39
15	-1,40	5,19	5,19	4,99	11,42	2,33	5,45
16	-1,50	5,56	5,56	5,73	13,08	2,87	6,68
17	-1,60	5,93	5,93	6,54	14,86	3,48	8,07
18	-1,70	6,30	6,30	7,44	16,80	4,18	9,65
19	-1,80	6,67	6,67	8,45	18,90	4,97	11,44
20	-1,90	7,04	7,04	9,59	21,19	5,87	13,44
21	-2,00	7,41	7,41	10,85	23,66	6,89	15,68
22	-2,10	7,78	7,78	12,22	26,31	8,05	18,18
23	-2,20	8,16	8,16	13,70	29,13	9,34	20,95
24	-2,30	8,53	8,53	15,29	32,11	10,79	24,01
25	-2,40	8,90	8,90	16,99	35,27	12,40	27,38
26	-2,50	9,27	9,27	18,90	38,69	14,20	31,07

Inviluppo delle sollecitazioni fondazione:

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
---	--

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc REL	N. prog. 03	Rev. A	Pag. di Pag. 81 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	---------------------------

T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	-1,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1,17	0,00	0,00	1,77	3,87	0,08	0,19
3	-1,08	0,00	0,00	3,60	7,73	0,34	0,74
4	-0,98	0,00	0,00	5,49	11,56	0,78	1,67
5	-0,89	0,00	0,00	7,45	15,36	1,39	2,96
6	-0,79	0,00	0,00	9,46	19,15	2,20	4,61
7	-0,69	0,00	0,00	11,55	22,92	3,21	6,63
8	-0,60	0,00	0,00	13,69	26,66	4,42	9,00
9	-0,50	0,00	0,00	15,90	30,38	5,84	11,73
10	-0,41	0,00	0,00	18,17	34,08	7,47	14,82
11	-0,31	0,00	0,00	20,51	37,76	9,32	18,27
12	-0,22	0,00	0,00	22,91	41,41	11,40	22,06
13	-0,12	0,00	0,00	25,37	45,05	13,71	26,20
14	0,00	0,00	0,00	-31,69	0,86	-42,25	0,51
15	0,10	0,00	0,00	-30,50	1,10	-39,23	0,41
16	0,19	0,00	0,00	-29,34	1,28	-36,33	0,30
17	0,29	0,00	0,00	-28,22	1,39	-33,53	0,17
18	0,39	0,00	0,00	-27,13	1,45	-30,85	0,03
19	0,49	0,00	0,00	-26,08	1,45	-28,27	-0,11
20	0,58	0,00	0,00	-25,07	1,39	-25,78	-0,25
21	0,68	0,00	0,00	-24,09	1,27	-23,40	-0,38
22	0,78	0,00	0,00	-23,15	1,08	-21,10	-0,49
23	0,87	0,00	0,00	-22,24	0,84	-18,90	-0,59
24	0,97	0,00	0,00	-21,37	0,54	-16,78	-0,66
25	1,07	0,00	0,00	-20,50	0,21	-14,75	-0,69
26	1,17	0,00	0,00	-19,54	-0,09	-12,81	-0,69
27	1,26	0,00	0,00	-18,47	-0,33	-10,96	-0,67
28	1,36	0,00	0,00	-17,30	-0,54	-9,22	-0,62
29	1,46	0,00	0,00	-16,03	-0,69	-7,60	-0,56
30	1,55	0,00	0,00	-14,66	-0,79	-6,11	-0,49
31	1,65	0,00	0,00	-13,18	-0,84	-4,76	-0,41
32	1,75	0,00	0,00	-11,60	-0,86	-3,56	-0,33
33	1,84	0,00	0,00	-9,93	-0,82	-2,51	-0,24
34	1,94	0,00	0,00	-8,14	-0,75	-1,63	-0,17
35	2,04	0,00	0,00	-6,26	-0,63	-0,93	-0,10
36	2,14	0,00	0,00	-4,28	-0,46	-0,42	-0,05
37	2,23	0,00	0,00	-2,19	-0,25	-0,11	-0,01
38	2,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

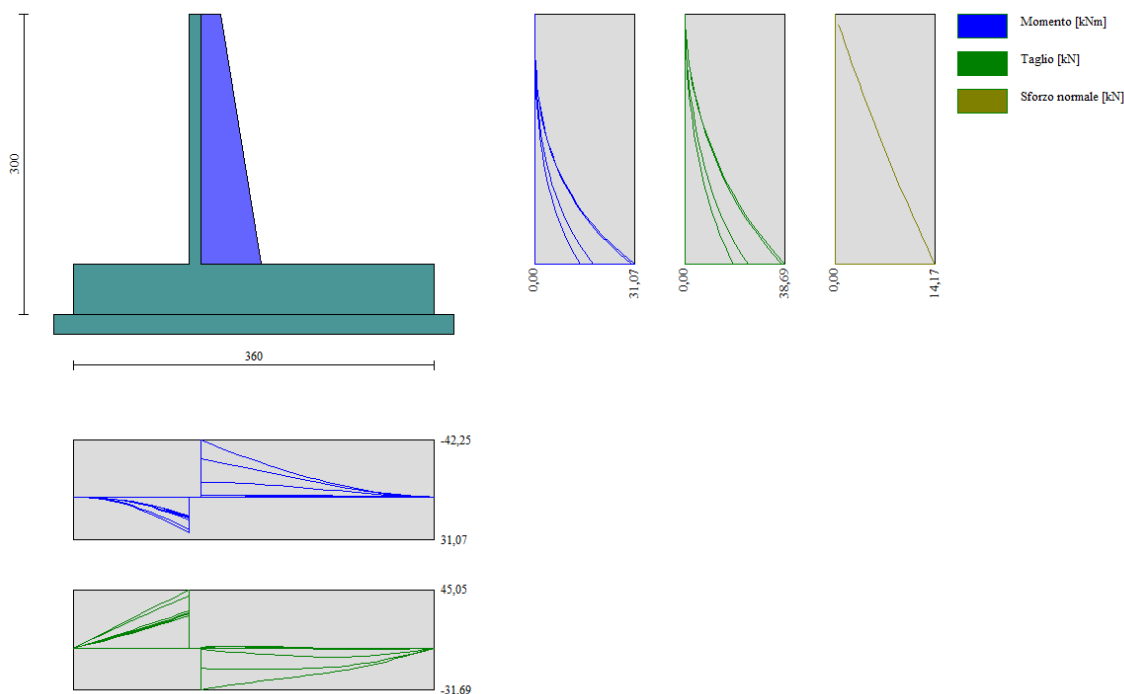


Figura 23 - Involuppo delle sollecitazioni dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 5

10.5.2 Armature di progetto

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della fondazione (di larghezza pari ad 1 m):

Tabella 18 – Armature di progetto paramento e fondazione

CONTRAFFORTE		FONDAZIONE	
Tipo armatura	ferri	Tipo armatura	ferri
Dritto inferiore	5φ14	Dritto superiore	6φ14
Dritto superiore	5φ16	Dritto inferiore	6φ14
Dritto superiore sec	5φ14	Ripartitore	18φ14
Secondari	2φ16	Gancio	(2x2)φ14/m
Staffa orizzontale	11φ8 (passo 24 cm)		

Ai fini delle verifiche strutturali sono state considerate le armature riportate nella tabella seguente:

Elemento	Armatura a flessione		Armatura a taglio
	A _{f1}	A _{f2}	A _t
CONTRAFFORTE	5φ16	5φ14	[-]
FONDAZIONE	6φ14	6φ14	[-]

dove:

A_{f1} armatura lato teso;

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	83 di 109

A_{f2} armatura lato compresso;

A_t armatura a taglio.

Si precisa che, ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per il paramento (contrafforte) e la fondazione ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm.

10.5.3 Verifiche strutturali SLU

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

Contrafforte

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	20	32	7,70	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	20	34	7,70	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
3	20	35	7,70	10,05	0,02	0,95	66,37	2840,71	2980.117
4	20	37	7,70	10,05	0,07	1,44	121,29	2614,62	1813.695
5	20	38	7,70	10,05	0,15	1,94	181,71	2369,68	1222.857
6	20	40	7,70	10,05	0,28	2,44	232,44	2038,00	834.596
7	20	42	7,70	10,05	0,47	2,95	239,67	1513,49	512.385
8	20	43	7,70	10,05	0,73	3,47	235,38	1123,97	323.578
9	20	45	7,70	10,05	1,07	4,00	226,24	847,06	211.702
10	20	46	7,70	10,05	1,50	4,54	221,41	668,45	147.344
11	20	48	7,70	10,05	2,04	5,08	220,51	548,99	108.071
12	20	50	7,70	10,05	2,69	5,63	221,95	464,06	82.411
13	20	51	7,70	10,05	3,47	6,19	223,52	398,49	64.376
14	20	53	7,70	10,05	4,39	6,76	225,51	347,24	51.390
15	20	54	7,70	10,05	5,45	7,33	228,42	307,12	41.891
16	20	56	7,70	10,05	6,68	7,91	231,98	274,96	34.743
17	20	58	7,70	10,05	8,07	8,50	236,03	248,65	29.238
18	20	59	7,70	10,05	9,65	9,10	240,44	226,70	24.905
19	20	61	7,70	10,05	11,44	9,71	245,12	208,07	21.431
20	20	62	7,70	10,05	13,44	10,32	250,00	192,01	18.601
21	20	64	15,39	10,05	15,68	10,94	254,80	177,83	16.249
22	20	66	7,70	10,05	18,18	11,57	260,24	165,69	14.316
23	20	67	7,70	10,05	20,95	12,21	265,54	154,79	12.676
24	20	69	7,70	10,05	24,01	12,86	270,94	145,08	11.285
25	20	70	7,70	10,05	27,38	13,51	276,42	136,41	10.097
26	20	72	7,70	10,05	31,07	14,17	281,97	128,60	9.075

Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	50	9,24	9,24	0,19	0,00	160,43	0,00	863.572
3	100	50	9,24	9,24	0,74	0,00	160,43	0,00	216.297
4	100	50	9,24	9,24	1,67	0,00	160,43	0,00	96.312
5	100	50	9,24	9,24	2,96	0,00	160,43	0,00	54.277
6	100	50	9,24	9,24	4,61	0,00	160,43	0,00	34.803
7	100	50	9,24	9,24	6,63	0,00	160,43	0,00	24.214
8	100	50	9,24	9,24	9,00	0,00	160,43	0,00	17.824
9	100	50	9,24	9,24	11,73	0,00	160,43	0,00	13.672
10	100	50	9,24	9,24	14,82	0,00	160,43	0,00	10.823
11	100	50	9,24	9,24	18,27	0,00	160,43	0,00	8.783

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	84 di 109

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
12	100	50	9,24	9,24	22,06	0,00	160,43	0,00	7.273
13	100	50	9,24	9,24	26,20	0,00	160,43	0,00	6.123
14	100	50	9,24	9,24	-42,25	0,00	-160,43	0,00	3.797
15	100	50	9,24	9,24	-39,23	0,00	-160,43	0,00	4.089
16	100	50	9,24	9,24	-36,33	0,00	-160,43	0,00	4.416
17	100	50	9,24	9,24	-33,53	0,00	-160,43	0,00	4.784
18	100	50	9,24	9,24	-30,85	0,00	-160,43	0,00	5.201
19	100	50	9,24	9,24	-28,27	0,00	-160,43	0,00	5.676
20	100	50	9,24	9,24	-25,78	0,00	-160,43	0,00	6.223
21	100	50	9,24	9,24	-23,40	0,00	-160,43	0,00	6.857
22	100	50	9,24	9,24	-21,10	0,00	-160,43	0,00	7.602
23	100	50	9,24	9,24	-18,90	0,00	-160,43	0,00	8.488
24	100	50	9,24	9,24	-16,78	0,00	-160,43	0,00	9.559
25	100	50	9,24	9,24	-14,75	0,00	-160,43	0,00	10.876
26	100	50	9,24	9,24	-12,81	0,00	-160,43	0,00	12.528
27	100	50	9,24	9,24	-10,96	0,00	-160,43	0,00	14.637
28	100	50	9,24	9,24	-9,22	0,00	-160,43	0,00	17.394
29	100	50	9,24	9,24	-7,60	0,00	-160,43	0,00	21.097
30	100	50	9,24	9,24	-6,11	0,00	-160,43	0,00	26.239
31	100	50	9,24	9,24	-4,76	0,00	-160,43	0,00	33.689
32	100	50	9,24	9,24	-3,56	0,00	-160,43	0,00	45.089
33	100	50	9,24	9,24	-2,51	0,00	-160,43	0,00	63.862
34	100	50	9,24	9,24	-1,63	0,00	-160,43	0,00	98.171
35	100	50	9,24	9,24	-0,93	0,00	-160,43	0,00	171.751
36	100	50	9,24	9,24	-0,42	0,00	-160,43	0,00	380.388
37	100	50	9,24	9,24	-0,11	0,00	-160,43	0,00	1498.099
38	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

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

Contrafforte

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{rcd}	V _{rsd}	V _{rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	20	32	0,00	2,50	122,62	991,32	122,62	0,00	100.000
2	20	34	0,00	2,50	129,69	1047,97	129,69	0,09	1399.179
3	20	35	0,00	2,50	136,77	1104,62	136,77	0,30	459.969
4	20	37	0,00	2,50	143,84	1161,26	143,84	0,61	234.582
5	20	38	0,00	2,50	150,92	1217,91	150,92	1,04	145.160
6	20	40	0,00	2,50	158,00	1274,56	158,00	1,58	100.175
7	20	42	0,00	2,50	165,08	1331,20	165,08	2,23	74.157
8	20	43	0,00	2,50	172,16	1387,85	172,16	2,99	57.652
9	20	45	0,00	2,50	179,24	1444,50	179,24	3,86	46.464
10	20	46	0,00	2,50	186,33	1501,15	186,33	4,84	38.495
11	20	48	0,00	2,50	193,41	1557,79	193,41	5,93	32.592
12	20	50	0,00	2,50	200,50	1614,44	200,50	7,14	28.083
13	20	51	0,00	2,50	207,59	1671,09	207,59	8,46	24.549
14	20	53	0,00	2,50	214,68	1727,73	214,68	9,88	21.720
15	20	54	0,00	2,50	221,77	1784,38	221,77	11,42	19.413
16	20	56	0,00	2,50	228,86	1841,03	228,86	13,08	17.498
17	20	58	0,00	2,50	235,96	1897,67	235,96	14,86	15.879
18	20	59	0,00	2,50	243,06	1954,32	243,06	16,80	14.471
19	20	61	0,00	2,50	250,15	2010,97	250,15	18,90	13.236
20	20	62	0,00	2,50	257,25	2067,62	257,25	21,19	12.141
21	20	64	0,00	2,50	264,35	2124,26	264,35	23,66	11.172

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	85 di 109

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
22	20	66	0,00	2,50	271,45	2180,91	271,45	26,31	10.317
23	20	67	0,00	2,50	278,55	2237,56	278,55	29,13	9.563
24	20	69	0,00	2,50	285,66	2294,20	285,66	32,11	8.897
25	20	70	0,00	2,50	292,76	2350,85	292,76	35,27	8.302
26	20	72	0,00	2,50	299,87	2407,50	299,87	38,69	7.750

Fondazione

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	0,00	100.000
2	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-3,87	56.477
3	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-7,73	28.318
4	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-11,56	18.932
5	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-15,36	14.239
6	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-19,15	11.424
7	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-22,92	9.547
8	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-26,66	8.206
9	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-30,38	7.201
10	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-34,08	6.419
11	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-37,76	5.794
12	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-41,41	5.282
13	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-45,05	4.856
14	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-31,69	6.903
15	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-30,50	7.173
16	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-29,34	7.456
17	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-28,22	7.752
18	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-27,13	8.062
19	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-26,08	8.387
20	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-25,07	8.726
21	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-24,09	9.081
22	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-23,15	9.451
23	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-22,24	9.836
24	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-21,37	10.237
25	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-20,50	10.671
26	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-19,54	11.198
27	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-18,47	11.845
28	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-17,30	12.645
29	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-16,03	13.648
30	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-14,66	14.926
31	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-13,18	16.596
32	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-11,60	18.852
33	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-9,93	22.041
34	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-8,14	26.860
35	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-6,26	34.939
36	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-4,28	51.157
37	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-2,19	99.931
38	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	0,00	100.000

10.5.4 Verifiche strutturali SLE

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A _{fi}	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
A _{fs}	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzio normale agente, espressa in [kN]
σ _c	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

Combinazioni SLER

Contrafforte

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc REL	N.prog. 03	Rev. A	Pag. di Pag. 86 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	---------------------------

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	20	32	7,70	10,05	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	20	34	7,70	10,05	0,00	0,47	3 (10)	23 (10)	31 (10)
3	20	35	7,70	10,05	0,01	0,95	6 (10)	40 (10)	63 (10)
4	20	37	7,70	10,05	0,02	1,44	10 (10)	44 (10)	99 (10)
5	20	38	7,70	10,05	0,05	1,94	14 (10)	32 (10)	140 (10)
6	20	40	7,70	10,05	0,11	2,44	19 (10)	0 (1)	186 (10)
7	20	42	7,70	10,05	0,18	2,95	25 (10)	76 (10)	241 (10)
8	20	43	7,70	10,05	0,29	3,47	32 (10)	213 (10)	305 (10)
9	20	45	7,70	10,05	0,44	4,00	40 (10)	423 (10)	378 (10)
10	20	46	7,70	10,05	0,62	4,54	50 (10)	707 (10)	460 (10)
11	20	48	7,70	10,05	0,85	5,08	61 (10)	1069 (10)	551 (10)
12	20	50	7,70	10,05	1,13	5,63	73 (10)	1511 (10)	651 (10)
13	20	51	7,70	10,05	1,47	6,19	87 (10)	2035 (10)	760 (10)
14	20	53	7,70	10,05	1,87	6,76	101 (10)	2643 (10)	877 (10)
15	20	54	7,70	10,05	2,33	7,33	117 (10)	3336 (10)	1004 (10)
16	20	56	7,70	10,05	2,87	7,91	133 (10)	4118 (10)	1141 (10)
17	20	58	7,70	10,05	3,48	8,50	151 (10)	4990 (10)	1286 (10)
18	20	59	7,70	10,05	4,18	9,10	170 (10)	5959 (10)	1442 (10)
19	20	61	7,70	10,05	4,97	9,71	190 (10)	7036 (10)	1608 (10)
20	20	62	7,70	10,05	5,87	10,32	212 (10)	8231 (10)	1787 (10)
21	20	64	15,39	10,05	6,89	10,94	244 (10)	9522 (10)	1656 (10)
22	20	66	7,70	10,05	8,05	11,57	260 (10)	11024 (10)	2186 (10)
23	20	67	7,70	10,05	9,34	12,21	287 (10)	12638 (10)	2407 (10)
24	20	69	7,70	10,05	10,79	12,86	315 (10)	14405 (10)	2643 (10)
25	20	70	7,70	10,05	12,40	13,51	346 (10)	16329 (10)	2895 (10)
26	20	72	7,70	10,05	14,20	14,17	378 (10)	18425 (10)	3164 (10)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 1255271 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	100	50	9,24	9,24	0,09	0,00	4 (10)	237 (10)	34 (10)
3	100	50	9,24	9,24	0,38	0,00	16 (10)	958 (10)	139 (10)
4	100	50	9,24	9,24	0,86	0,00	37 (10)	2177 (10)	316 (10)
5	100	50	9,24	9,24	1,54	0,00	66 (10)	3908 (10)	567 (10)
6	100	50	9,24	9,24	2,44	0,00	104 (10)	6166 (10)	895 (10)
7	100	50	9,24	9,24	3,54	0,00	152 (10)	8963 (10)	1300 (10)
8	100	50	9,24	9,24	4,86	0,00	209 (10)	12316 (10)	1787 (10)
9	100	50	9,24	9,24	6,41	0,00	275 (10)	16236 (10)	2356 (10)
10	100	50	9,24	9,24	8,19	0,00	351 (10)	20740 (10)	3009 (10)
11	100	50	9,24	9,24	10,21	0,00	438 (10)	25840 (10)	3749 (10)
12	100	50	9,24	9,24	12,46	0,00	535 (10)	31552 (10)	4578 (10)
13	100	50	9,24	9,24	14,96	0,00	642 (10)	37888 (10)	5497 (10)
14	100	50	9,24	9,24	0,51	0,00	22 (10)	1288 (10)	187 (10)
15	100	50	9,24	9,24	0,41	0,00	18 (10)	1045 (10)	152 (10)
16	100	50	9,24	9,24	0,30	0,00	13 (10)	752 (10)	109 (10)
17	100	50	9,24	9,24	0,17	0,00	7 (10)	423 (10)	61 (10)
18	100	50	9,24	9,24	0,03	0,00	1 (10)	72 (10)	10 (10)
19	100	50	9,24	9,24	-0,11	0,00	5 (10)	41 (10)	286 (10)
20	100	50	9,24	9,24	-0,25	0,00	11 (10)	92 (10)	636 (10)
21	100	50	9,24	9,24	-0,38	0,00	16 (10)	140 (10)	963 (10)
22	100	50	9,24	9,24	-0,49	0,00	21 (10)	182 (10)	1253 (10)
23	100	50	9,24	9,24	-0,59	0,00	25 (10)	216 (10)	1491 (10)
24	100	50	9,24	9,24	-0,66	0,00	28 (10)	241 (10)	1662 (10)
25	100	50	9,24	9,24	-0,69	0,00	30 (10)	254 (10)	1753 (10)
26	100	50	9,24	9,24	-0,70	0,00	30 (10)	256 (10)	1767 (10)
27	100	50	9,24	9,24	-0,68	0,00	29 (10)	249 (10)	1714 (10)
28	100	50	9,24	9,24	-0,63	0,00	27 (10)	233 (10)	1606 (10)
29	100	50	9,24	9,24	-0,57	0,00	25 (10)	211 (10)	1454 (10)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	87 di 109

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
30	100	50	9,24	9,24	-0,50	0,00	22 (10)	184 (10)	1270 (10)
31	100	50	9,24	9,24	-0,42	0,00	18 (10)	155 (10)	1066 (10)
32	100	50	9,24	9,24	-0,34	0,00	14 (10)	123 (10)	851 (10)
33	100	50	9,24	9,24	-0,25	0,00	11 (10)	93 (10)	638 (10)
34	100	50	9,24	9,24	-0,17	0,00	7 (10)	64 (10)	439 (10)
35	100	50	9,24	9,24	-0,10	0,00	4 (10)	38 (10)	264 (10)
36	100	50	9,24	9,24	-0,05	0,00	2 (10)	18 (10)	125 (10)
37	100	50	9,24	9,24	-0,01	0,00	1 (10)	5 (10)	33 (10)
38	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)

Combinazioni SLEQ

Contrafforte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

11205

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

450000

[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	20	32	7,70	10,05	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	20	34	7,70	10,05	0,00	0,47	3 (12)	23 (12)	31 (12)
3	20	35	7,70	10,05	0,01	0,95	6 (12)	40 (12)	63 (12)
4	20	37	7,70	10,05	0,02	1,44	10 (12)	44 (12)	99 (12)
5	20	38	7,70	10,05	0,05	1,94	14 (12)	32 (12)	140 (12)
6	20	40	7,70	10,05	0,11	2,44	19 (12)	0 (1)	186 (12)
7	20	42	7,70	10,05	0,18	2,95	25 (12)	76 (12)	241 (12)
8	20	43	7,70	10,05	0,29	3,47	32 (12)	213 (12)	305 (12)
9	20	45	7,70	10,05	0,44	4,00	40 (12)	423 (12)	378 (12)
10	20	46	7,70	10,05	0,62	4,54	50 (12)	707 (12)	460 (12)
11	20	48	7,70	10,05	0,85	5,08	61 (12)	1069 (12)	551 (12)
12	20	50	7,70	10,05	1,13	5,63	73 (12)	1511 (12)	651 (12)
13	20	51	7,70	10,05	1,47	6,19	87 (12)	2035 (12)	760 (12)
14	20	53	7,70	10,05	1,87	6,76	101 (12)	2643 (12)	877 (12)
15	20	54	7,70	10,05	2,33	7,33	117 (12)	3336 (12)	1004 (12)
16	20	56	7,70	10,05	2,87	7,91	133 (12)	4118 (12)	1141 (12)
17	20	58	7,70	10,05	3,48	8,50	151 (12)	4990 (12)	1286 (12)
18	20	59	7,70	10,05	4,18	9,10	170 (12)	5959 (12)	1442 (12)
19	20	61	7,70	10,05	4,97	9,71	190 (12)	7036 (12)	1608 (12)
20	20	62	7,70	10,05	5,87	10,32	212 (12)	8231 (12)	1787 (12)
21	20	64	15,39	10,05	6,89	10,94	244 (12)	9522 (12)	1656 (12)
22	20	66	7,70	10,05	8,05	11,57	260 (12)	11024 (12)	2186 (12)
23	20	67	7,70	10,05	9,34	12,21	287 (12)	12638 (12)	2407 (12)
24	20	69	7,70	10,05	10,79	12,86	315 (12)	14405 (12)	2643 (12)
25	20	70	7,70	10,05	12,40	13,51	346 (12)	16329 (12)	2895 (12)
26	20	72	7,70	10,05	14,20	14,17	378 (12)	18425 (12)	3164 (12)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

14940

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

1569089

[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	100	50	9,24	9,24	0,08	0,00	4 (12)	213 (12)	31 (12)
3	100	50	9,24	9,24	0,34	0,00	15 (12)	862 (12)	125 (12)
4	100	50	9,24	9,24	0,78	0,00	33 (12)	1963 (12)	285 (12)
5	100	50	9,24	9,24	1,39	0,00	60 (12)	3531 (12)	512 (12)
6	100	50	9,24	9,24	2,20	0,00	95 (12)	5581 (12)	810 (12)
7	100	50	9,24	9,24	3,21	0,00	138 (12)	8129 (12)	1179 (12)
8	100	50	9,24	9,24	4,42	0,00	190 (12)	11189 (12)	1623 (12)
9	100	50	9,24	9,24	5,84	0,00	250 (12)	14778 (12)	2144 (12)
10	100	50	9,24	9,24	7,47	0,00	320 (12)	18911 (12)	2744 (12)
11	100	50	9,24	9,24	9,32	0,00	400 (12)	23602 (12)	3424 (12)
12	100	50	9,24	9,24	11,40	0,00	489 (12)	28867 (12)	4188 (12)
13	100	50	9,24	9,24	13,71	0,00	588 (12)	34722 (12)	5037 (12)
14	100	50	9,24	9,24	-1,08	0,00	46 (12)	396 (12)	2732 (12)
15	100	50	9,24	9,24	-1,00	0,00	43 (12)	368 (12)	2537 (12)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	88 di 109

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
16	100	50	9,24	9,24	-0,96	0,00	41 (12)	352 (12)	2425 (12)
17	100	50	9,24	9,24	-0,94	0,00	40 (12)	345 (12)	2381 (12)
18	100	50	9,24	9,24	-0,94	0,00	40 (12)	347 (12)	2389 (12)
19	100	50	9,24	9,24	-0,96	0,00	41 (12)	353 (12)	2432 (12)
20	100	50	9,24	9,24	-0,99	0,00	42 (12)	362 (12)	2495 (12)
21	100	50	9,24	9,24	-1,01	0,00	43 (12)	372 (12)	2561 (12)
22	100	50	9,24	9,24	-1,03	0,00	44 (12)	379 (12)	2616 (12)
23	100	50	9,24	9,24	-1,04	0,00	45 (12)	383 (12)	2642 (12)
24	100	50	9,24	9,24	-1,04	0,00	44 (12)	381 (12)	2624 (12)
25	100	50	9,24	9,24	-1,01	0,00	43 (12)	370 (12)	2548 (12)
26	100	50	9,24	9,24	-0,95	0,00	41 (12)	350 (12)	2414 (12)
27	100	50	9,24	9,24	-0,88	0,00	38 (12)	324 (12)	2233 (12)
28	100	50	9,24	9,24	-0,80	0,00	34 (12)	292 (12)	2014 (12)
29	100	50	9,24	9,24	-0,70	0,00	30 (12)	257 (12)	1768 (12)
30	100	50	9,24	9,24	-0,59	0,00	26 (12)	218 (12)	1505 (12)
31	100	50	9,24	9,24	-0,49	0,00	21 (12)	179 (12)	1235 (12)
32	100	50	9,24	9,24	-0,38	0,00	16 (12)	140 (12)	968 (12)
33	100	50	9,24	9,24	-0,28	0,00	12 (12)	104 (12)	715 (12)
34	100	50	9,24	9,24	-0,19	0,00	8 (12)	70 (12)	484 (12)
35	100	50	9,24	9,24	-0,11	0,00	5 (12)	42 (12)	288 (12)
36	100	50	9,24	9,24	-0,05	0,00	2 (12)	20 (12)	135 (12)
37	100	50	9,24	9,24	-0,01	0,00	1 (12)	5 (12)	35 (12)
38	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

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

Combinazioni SLEF

Contrafforte

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	20	32	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	20	34	0,00	0,00	0,00	1,63	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	20	35	0,00	0,00	0,01	8,14	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	20	37	0,00	0,00	0,02	29,06	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	20	38	0,00	0,00	0,05	193,83	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	20	40	0,00	0,00	0,11	139,12	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	20	42	10,05	104,62	0,18	76,81	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	20	43	10,05	166,59	0,29	63,01	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	20	45	10,05	215,54	0,44	58,13	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	20	46	10,05	254,34	0,62	56,46	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	20	48	10,05	286,25	0,85	56,34	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	20	50	10,05	313,61	1,13	57,09	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	20	51	10,05	337,87	1,47	58,39	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	20	53	10,05	360,00	1,87	60,07	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	20	54	10,05	380,59	2,33	62,03	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	20	56	10,05	400,05	2,87	64,21	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	20	58	10,05	418,68	3,48	66,57	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	20	59	10,05	436,70	4,18	69,06	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	20	61	10,05	454,28	4,97	71,67	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	20	62	10,05	471,53	5,87	74,37	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	20	64	10,05	490,36	6,89	77,24	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	20	66	10,05	505,31	8,05	80,02	0,000000	0,00	0,000 (11)
23	20	67	10,05	521,91	9,34	82,96	0,000000	0,00	0,000 (11)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	89 di 109

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
24	20	69	10,05	538,34	10,79	85,97	0,000000	0,00	0,000 (11)
25	20	70	10,05	554,60	12,40	89,07	0,000000	0,00	0,000 (11)
26	20	72	10,05	570,74	14,20	92,22	0,000000	0,00	0,000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	100	50	9,24	2033,93	0,09	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	100	50	9,24	2033,93	0,36	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	100	50	9,24	2033,93	0,83	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	100	50	9,24	2033,93	1,49	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	100	50	9,24	2033,93	2,35	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	100	50	9,24	2033,93	3,42	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	100	50	9,24	2033,93	4,70	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	100	50	9,24	2033,93	6,20	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	100	50	9,24	2033,93	7,93	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	100	50	9,24	2033,93	9,88	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	100	50	9,24	2033,93	12,07	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	100	50	9,24	2033,93	14,51	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	100	50	9,24	2033,93	0,28	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	100	50	9,24	2033,93	0,22	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	100	50	9,24	2033,93	0,14	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	100	50	9,24	2033,93	0,04	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	100	50	9,24	2971,96	-0,07	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	100	50	9,24	2971,96	-0,19	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	100	50	9,24	2971,96	-0,31	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	100	50	9,24	2971,96	-0,42	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	100	50	9,24	2971,96	-0,52	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
23	100	50	9,24	2971,96	-0,60	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
24	100	50	9,24	2971,96	-0,66	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
25	100	50	9,24	2971,96	-0,69	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
26	100	50	9,24	2971,96	-0,69	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
27	100	50	9,24	2971,96	-0,67	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
28	100	50	9,24	2971,96	-0,62	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
29	100	50	9,24	2971,96	-0,56	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
30	100	50	9,24	2971,96	-0,49	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
31	100	50	9,24	2971,96	-0,41	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
32	100	50	9,24	2971,96	-0,33	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
33	100	50	9,24	2971,96	-0,24	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
34	100	50	9,24	2971,96	-0,17	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
35	100	50	9,24	2971,96	-0,10	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
36	100	50	9,24	2971,96	-0,05	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
37	100	50	9,24	2971,96	-0,01	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
38	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)

Combinazioni SLEQ

Contrafforte

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	20	32	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	20	34	0,00	0,00	0,00	1,63	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	20	35	0,00	0,00	0,01	8,14	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	20	37	0,00	0,00	0,02	29,06	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	20	38	0,00	0,00	0,05	193,83	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	20	40	0,00	0,00	0,11	139,12	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	20	42	10,05	104,62	0,18	76,81	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	20	43	10,05	166,59	0,29	63,01	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	20	45	10,05	215,54	0,44	58,13	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	20	46	10,05	254,34	0,62	56,46	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	20	48	10,05	286,25	0,85	56,34	0,000000	0,00	0,000 (12)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	90 di 109

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
12	20	50	10,05	313,61	1,13	57,09	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	20	51	10,05	337,87	1,47	58,39	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	20	53	10,05	360,00	1,87	60,07	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	20	54	10,05	380,59	2,33	62,03	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	20	56	10,05	400,05	2,87	64,21	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	20	58	10,05	418,68	3,48	66,57	0,000000	0,00	0,000 (12)
18	20	59	10,05	436,70	4,18	69,06	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	20	61	10,05	454,28	4,97	71,67	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	20	62	10,05	471,53	5,87	74,37	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	20	64	10,05	490,36	6,89	77,24	0,000000	0,00	0,000 (12)
22	20	66	10,05	505,31	8,05	80,02	0,000000	0,00	0,000 (12)
23	20	67	10,05	521,91	9,34	82,96	0,000000	0,00	0,000 (12)
24	20	69	10,05	538,34	10,79	85,97	0,000000	0,00	0,000 (12)
25	20	70	10,05	554,60	12,40	89,07	0,000000	0,00	0,000 (12)
26	20	72	10,05	570,74	14,20	92,22	0,000000	0,00	0,000 (12)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	100	50	9,24	2033,93	0,08	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	100	50	9,24	2033,93	0,34	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	100	50	9,24	2033,93	0,78	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	100	50	9,24	2033,93	1,39	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	100	50	9,24	2033,93	2,20	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	100	50	9,24	2033,93	3,21	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	100	50	9,24	2033,93	4,42	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	100	50	9,24	2033,93	5,84	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	100	50	9,24	2033,93	7,47	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	100	50	9,24	2033,93	9,32	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	100	50	9,24	2033,93	11,40	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	100	50	9,24	2033,93	13,71	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	100	50	9,24	2971,96	-1,08	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	100	50	9,24	2971,96	-1,00	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	100	50	9,24	2971,96	-0,96	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	100	50	9,24	2971,96	-0,94	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
18	100	50	9,24	2971,96	-0,94	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	100	50	9,24	2971,96	-0,96	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	100	50	9,24	2971,96	-0,99	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	100	50	9,24	2971,96	-1,01	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
22	100	50	9,24	2971,96	-1,03	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
23	100	50	9,24	2971,96	-1,04	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
24	100	50	9,24	2971,96	-1,04	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
25	100	50	9,24	2971,96	-1,01	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
26	100	50	9,24	2971,96	-0,95	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
27	100	50	9,24	2971,96	-0,88	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
28	100	50	9,24	2971,96	-0,80	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
29	100	50	9,24	2971,96	-0,70	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
30	100	50	9,24	2971,96	-0,59	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
31	100	50	9,24	2971,96	-0,49	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
32	100	50	9,24	2971,96	-0,38	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
33	100	50	9,24	2971,96	-0,28	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
34	100	50	9,24	2971,96	-0,19	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
35	100	50	9,24	2971,96	-0,11	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
36	100	50	9,24	2971,96	-0,05	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
37	100	50	9,24	2971,96	-0,01	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
38	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)

10.5.5 Verifiche di stabilità locale

Si riportano di seguito i coefficienti di sicurezza per la valutazione della capacità portante nonché i coefficienti di sicurezza minimi provenienti dalla analisi.

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	91 di 109

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	117,55	0,00	0,00	--	--	117,55	88,35	1.331
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	115,49	0,00	0,00	--	--	115,49	99,84	1.157

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	187,23	646,22	461,59	3.452
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	202,18	625,46	446,76	3.094

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5By/N, viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc	ic	dc	gc	bc	sc	pc	ry	D	B'	γ	φ	c
	Nq	iq	dq	gq	bq	sq	pq		[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
	Ny	iy	dy	gy	by	sy	py						
1	25.803	0.517	1.159	--	--	--	--	0.975	1,20	2,52	10,19	28.00	10
	14.720	0.517	1.079	--	--	--	--						
	11.190	0.010	1.079	--	--	--	--						
2	25.803	0.483	1.159	--	--	--	--	0.975	1,20	2,52	10,19	28.00	10
	14.720	0.483	1.079	--	--	--	--						
	11.190	0.000	1.079	--	--	--	--						

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
7 - EQU	494,65	226,47	2.184
9 - EQU H - V	517,84	238,95	2.167

Verifica stabilità globale muro + terreno

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	92 di 109

Simbologia adottata

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

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	0,00; 4,50	7,86	1.668
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	0,00; 4,50	7,86	1.380

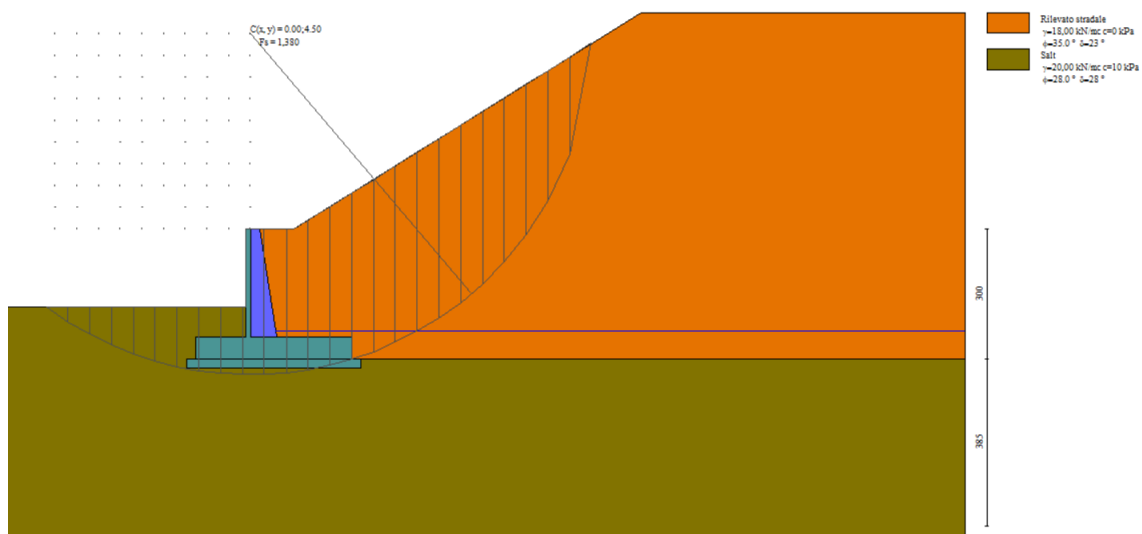
10.5.6 Verifica di stabilità globale

L'analisi di stabilità globale condotta secondo il metodo di Bishop semplificato ha portato ai risultati che seguono.

Verifica stabilità globale muro + terreno
Simbologia adottata

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

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	0,00; 4,50	7,86	1.668
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	0,00; 4,50	7,86	1.386
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	0,00; 4,50	7,86	1.380


Figura 24 - Verifica di stabilità globale dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 5
10.6 Muri di sottoscarpa - fondazione diretta - tipo 6
10.6.1 Modello di calcolo

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica del modello di calcolo adottato.

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	93 di 109

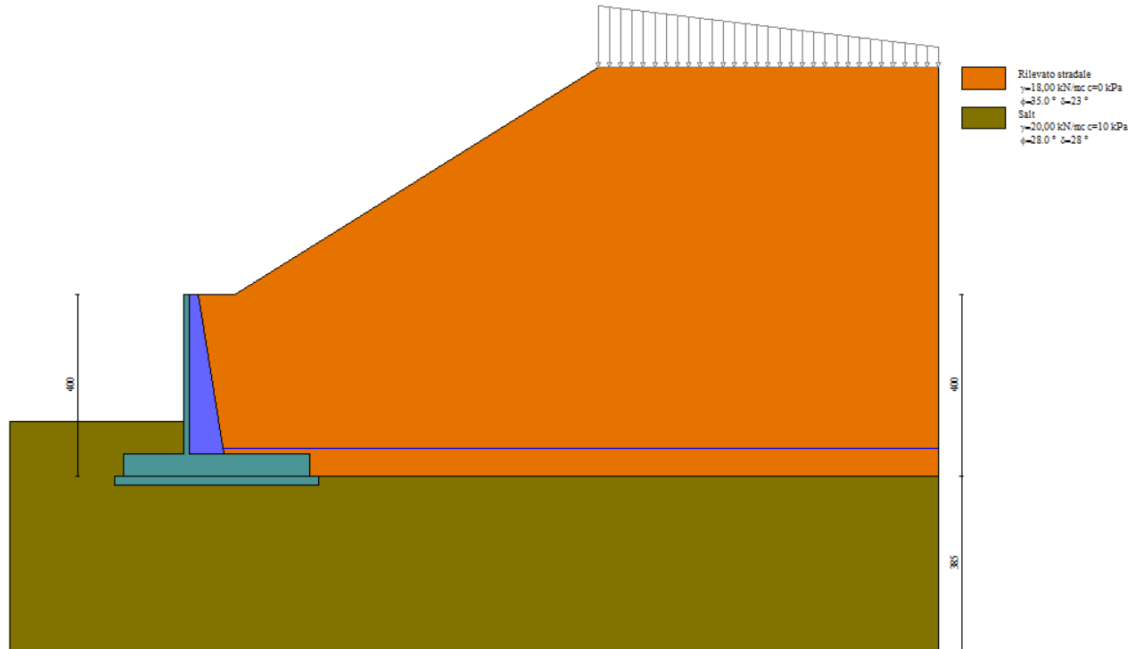
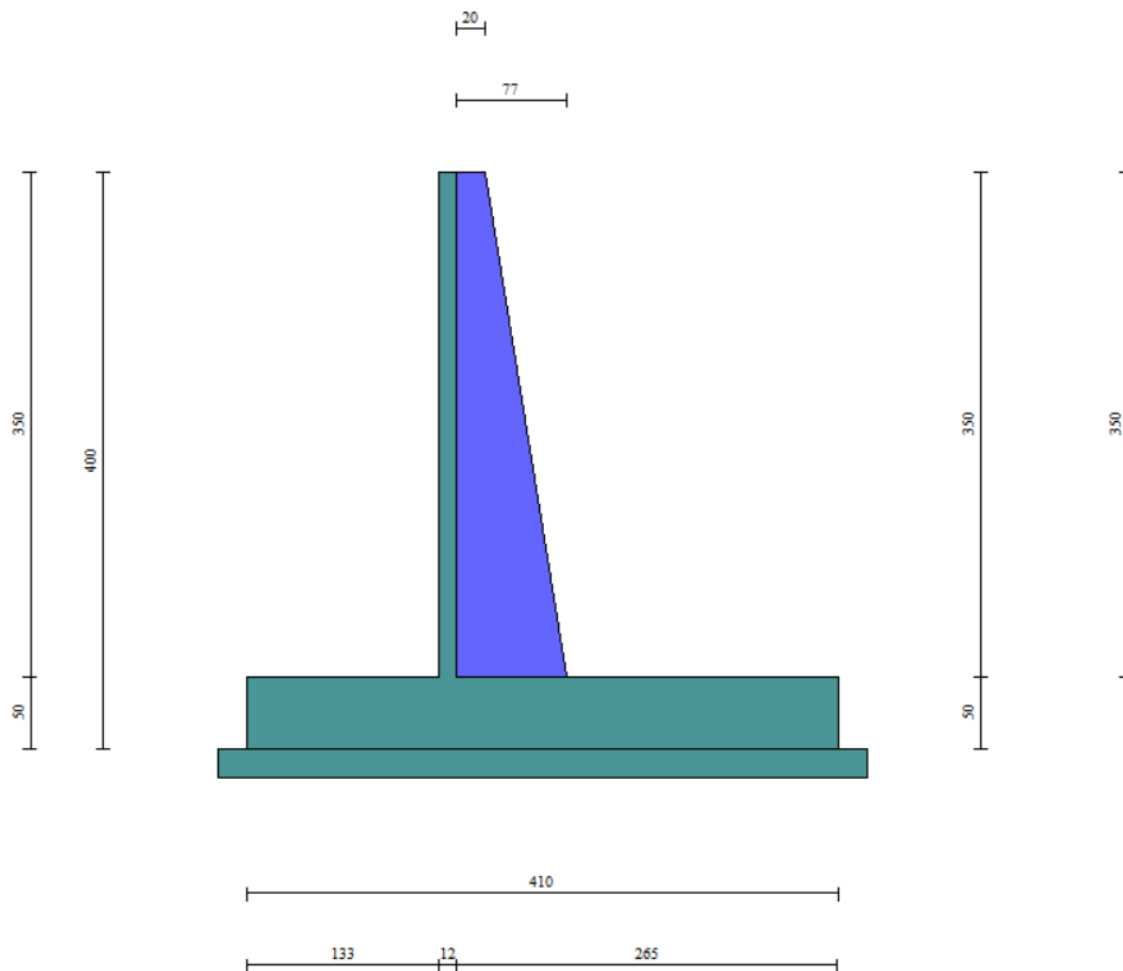


Figura 25 - Modello di calcolo dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 6

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	94 di 109


Figura 26 - Geometria dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 6
Spinta e forze:
Simbologia adottata

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

Ic	A	V	I	Cx	Cy	Px	Py
		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
1	Spinta statica	157,09	23,33	144,24	62,21	2,65	-2,29
	Peso/Inerzia muro			0,00	60,56/0,00	0,49	-3,41
	Peso/Inerzia contrafforte			0,00	6,61/0,00	0,27	-2,09
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	177,41/0,00	1,39	-1,57
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,00	15,19	-0,78	-3,15
	Spinta falda da monte			2,45		2,65	-3,79
	Sottostinta della falda				32,41	0,60	-4,00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
2	Spinta statica	100,55	23,33	92,33	39,82	2,65	-2,25
	Incremento di spinta sismica		44,09	40,48	17,46	2,65	-2,32
	Peso/Inerzia muro			6,00	60,56/3,00	0,49	-3,41
	Peso/Inerzia contrafforte			0,65	6,61/0,33	0,27	-2,09
	Peso/Inerzia terrapieno			17,57	177,41/8,79	1,39	-1,57
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			1,50	15,19	-0,78	-3,15

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	95 di 109

Ic	A	V	I	Cx	Cy	Px	Py
		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
	Spinta falda da monte			1,88		2,65	-3,79
	Sottostinta della falda				24,93	0,60	-4,00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00

Inviluppo delle sollecitazioni paramento (contrafforte prefabbricato):

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	0,37	0,37	0,03	0,09	0,00	0,00
3	-0,20	0,74	0,74	0,10	0,28	0,01	0,02
4	-0,30	1,11	1,11	0,23	0,58	0,02	0,06
5	-0,40	1,48	1,48	0,41	0,99	0,05	0,14
6	-0,50	1,85	1,85	0,64	1,50	0,11	0,27
7	-0,60	2,22	2,22	0,92	2,11	0,18	0,45
8	-0,70	2,59	2,59	1,25	2,83	0,29	0,69
9	-0,80	2,97	2,97	1,63	3,66	0,44	1,02
10	-0,90	3,34	3,34	2,06	4,59	0,62	1,43
11	-1,00	3,71	3,71	2,55	5,62	0,85	1,94
12	-1,10	4,08	4,08	3,08	6,76	1,13	2,55
13	-1,20	4,45	4,45	3,67	8,00	1,47	3,29
14	-1,30	4,82	4,82	4,30	9,35	1,87	4,16
15	-1,40	5,19	5,19	4,99	10,81	2,33	5,17
16	-1,50	5,56	5,56	5,74	12,37	2,87	6,32
17	-1,60	5,93	5,93	6,54	14,06	3,48	7,64
18	-1,70	6,30	6,30	7,45	15,89	4,18	9,14
19	-1,80	6,67	6,67	8,46	17,88	4,97	10,83
20	-1,90	7,04	7,04	9,59	20,05	5,87	12,72
21	-2,00	7,41	7,41	10,85	22,41	6,90	14,84
22	-2,10	7,78	7,78	12,22	24,93	8,05	17,21
23	-2,20	8,16	8,16	13,71	27,61	9,34	19,83
24	-2,30	8,53	8,53	15,30	30,45	10,79	22,74
25	-2,40	8,90	8,90	16,99	33,45	12,41	25,93
26	-2,50	9,27	9,27	18,78	36,61	14,19	29,43
27	-2,60	9,64	9,64	20,68	39,92	16,17	33,26
28	-2,70	10,01	10,01	22,68	43,39	18,33	37,42
29	-2,80	10,38	10,38	24,78	47,02	20,71	41,94
30	-2,90	10,75	10,75	26,98	50,79	23,29	46,83
31	-3,00	11,12	11,12	29,28	54,73	26,10	52,11
32	-3,10	11,49	11,49	31,68	58,81	29,15	57,78
33	-3,20	11,86	11,86	34,17	63,05	32,44	63,87
34	-3,30	12,23	12,23	36,77	67,44	35,99	70,40
35	-3,40	12,60	12,60	39,47	71,99	39,80	77,37
36	-3,50	12,97	12,97	42,34	76,77	43,89	84,80

Inviluppo delle sollecitazioni della fondazione:

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	-1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1,36	0,00	0,00	3,46	6,60	0,16	0,31
3	-1,26	0,00	0,00	6,96	13,14	0,66	1,25
4	-1,17	0,00	0,00	10,51	19,60	1,49	2,81
5	-1,07	0,00	0,00	14,11	25,99	2,66	4,97
6	-0,98	0,00	0,00	17,75	32,31	4,17	7,74
7	-0,88	0,00	0,00	21,44	38,57	6,03	11,11

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

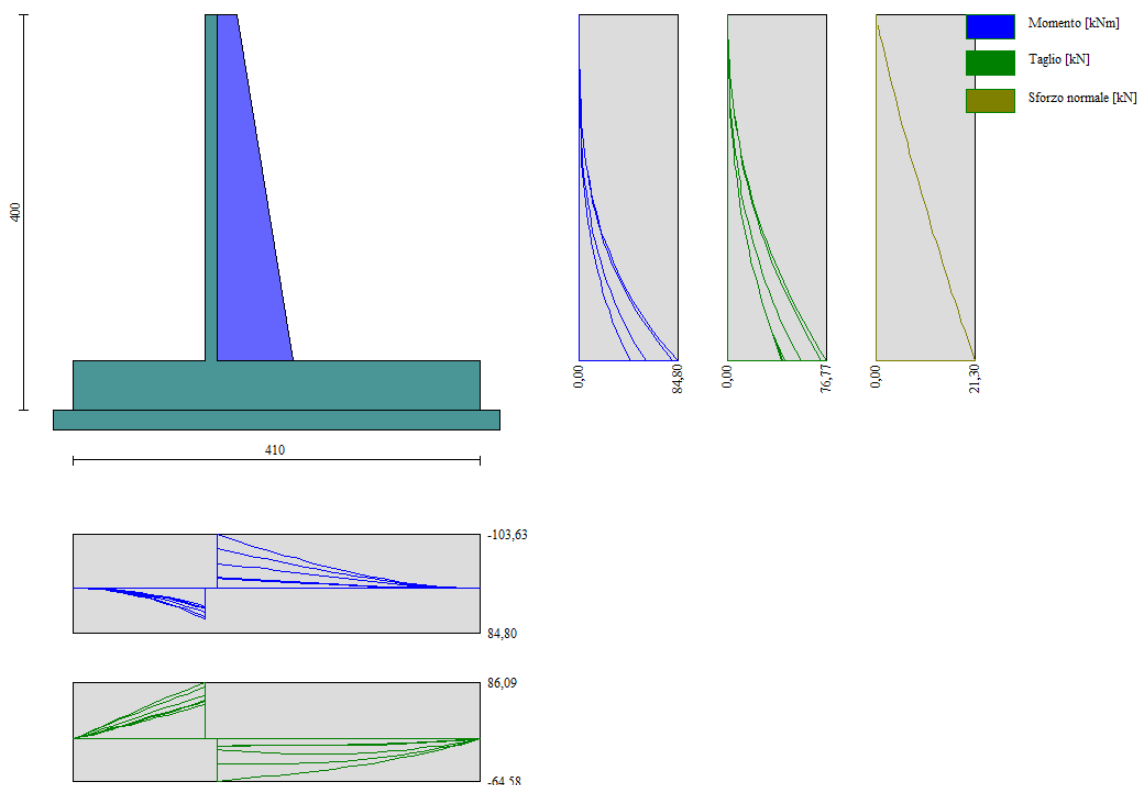
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc REL	N.prog. 03	Rev. A	Pag. di Pag. 96 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	---------------------------

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
8	-0,79	0,00	0,00	25,18	44,75	8,25	15,07
9	-0,69	0,00	0,00	28,97	50,87	10,82	19,61
10	-0,60	0,00	0,00	32,80	56,91	13,75	24,73
11	-0,50	0,00	0,00	36,68	62,89	17,05	30,42
12	-0,41	0,00	0,00	40,61	68,79	20,72	36,68
13	-0,31	0,00	0,00	44,58	74,63	24,77	43,49
14	-0,21	0,00	0,00	48,60	80,39	29,19	50,85
15	-0,12	0,00	0,00	52,67	86,09	34,00	58,76
16	0,00	0,00	0,00	-64,58	-9,94	-103,63	-18,50
17	0,10	0,00	0,00	-63,14	-9,73	-97,37	-17,44
18	0,20	0,00	0,00	-61,68	-9,49	-91,24	-16,42
19	0,29	0,00	0,00	-60,21	-9,27	-85,26	-15,44
20	0,39	0,00	0,00	-58,72	-9,09	-79,42	-14,50
21	0,49	0,00	0,00	-57,21	-8,95	-73,73	-13,59
22	0,59	0,00	0,00	-55,69	-8,85	-68,19	-12,71
23	0,69	0,00	0,00	-54,15	-8,68	-62,80	-11,85
24	0,79	0,00	0,00	-52,59	-8,54	-57,57	-11,00
25	0,88	0,00	0,00	-51,02	-8,44	-52,48	-10,17
26	0,98	0,00	0,00	-49,43	-8,40	-47,55	-9,34
27	1,08	0,00	0,00	-47,78	-8,37	-42,78	-8,52
28	1,18	0,00	0,00	-45,97	-8,28	-38,18	-7,70
29	1,28	0,00	0,00	-44,00	-8,14	-33,76	-6,90
30	1,37	0,00	0,00	-41,88	-7,93	-29,55	-6,11
31	1,47	0,00	0,00	-39,61	-7,67	-25,55	-5,34
32	1,57	0,00	0,00	-37,17	-7,35	-21,78	-4,60
33	1,67	0,00	0,00	-34,58	-6,98	-18,25	-3,90
34	1,77	0,00	0,00	-31,83	-6,54	-14,99	-3,24
35	1,86	0,00	0,00	-28,92	-6,05	-12,01	-2,62
36	1,96	0,00	0,00	-25,86	-5,49	-9,32	-2,05
37	2,06	0,00	0,00	-22,63	-4,88	-6,94	-1,54
38	2,16	0,00	0,00	-19,25	-4,22	-4,89	-1,09
39	2,26	0,00	0,00	-15,72	-3,49	-3,17	-0,72
40	2,36	0,00	0,00	-12,02	-2,70	-1,80	-0,41
41	2,45	0,00	0,00	-8,17	-1,86	-0,81	-0,19
42	2,55	0,00	0,00	-4,17	-0,96	-0,21	-0,05
43	2,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00


Figura 27 - Involuppo delle sollecitazioni dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 6

10.6.2 Armature di progetto

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della fondazione (di larghezza pari ad 1 m):

Tabella 19 – Armature di progetto paramento e fondazione

CONTRAFFORTE	
Tipo armatura	ferri
Dritto inferiore	5φ14
Dritto superiore	5φ16
Dritto superiore sec	5φ14
Secondari	2φ16
Staffa orizzontale	16φ8 (passo 24 cm)

FONDAZIONE	
Tipo armatura	ferri
Dritto superiore	6φ14
Dritto inferiore	6φ14
Ripartitore	20φ14
Gancio	(2x2)φ14/m

Ai fini delle verifiche strutturali sono state considerate le armature riportate nella tabella seguente:

Elemento	Armatura a flessione		Armatura a taglio
	A _{f1}	A _{f2}	A _t
CONTRAFFORTE	5φ16	5φ14	[-]
FONDAZIONE	6φ14	6φ14	[-]

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	98 di 109

dove:

A_{f1} armatura lato teso;

A_{f2} armatura lato compresso;

A_t armatura a taglio.

Si precisa che, ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per il paramento (contrafforte) e la fondazione ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 4 cm.

10.6.3 Verifiche strutturali SLU

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

Contrafforte

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	20	32	7,70	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	20	34	7,70	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
3	20	35	7,70	10,05	0,02	0,95	64,16	2854,61	2993.819
4	20	37	7,70	10,05	0,06	1,44	117,26	2640,72	1830.998
5	20	39	7,70	10,05	0,14	1,94	176,11	2406,67	1241.228
6	20	40	7,70	10,05	0,27	2,44	231,76	2133,80	873.204
7	20	42	7,70	10,05	0,45	2,96	243,89	1619,87	547.934
8	20	43	7,70	10,05	0,69	3,48	241,93	1216,50	349.869
9	20	45	7,70	10,05	1,02	4,01	233,51	921,50	230.050
10	20	47	7,70	10,05	1,43	4,54	227,52	724,57	159.517
11	20	48	7,70	10,05	1,94	5,09	225,95	593,80	116.731
12	20	50	7,70	10,05	2,55	5,64	226,99	501,26	88.884
13	20	52	7,70	10,05	3,29	6,20	228,96	431,35	69.570
14	20	53	7,70	10,05	4,16	6,77	230,65	375,47	55.472
15	20	55	7,70	10,05	5,17	7,35	233,36	331,86	45.179
16	20	56	7,70	10,05	6,32	7,93	236,79	296,95	37.447
17	20	58	7,70	10,05	7,64	8,52	240,76	268,43	31.497
18	20	60	7,70	10,05	9,14	9,12	245,12	244,66	26.819
19	20	61	7,70	10,05	10,83	9,73	249,77	224,50	23.069
20	20	63	7,70	10,05	12,72	10,35	254,66	207,13	20.016
21	20	65	7,70	10,05	14,84	10,97	259,72	191,98	17.497
22	20	66	7,70	10,05	17,21	11,60	264,92	178,65	15.394
23	20	68	7,70	10,05	19,83	12,25	270,25	166,85	13.625
24	20	69	7,70	10,05	22,74	12,89	275,69	156,34	12.125
25	20	71	7,70	10,05	25,93	13,55	281,21	146,95	10.845
26	20	73	7,70	10,05	29,43	14,21	286,82	138,52	9.745
27	20	74	7,70	10,05	33,26	14,89	292,50	130,93	8.795
28	20	76	7,70	10,05	37,42	15,57	298,24	124,06	7.970
29	20	78	7,70	10,05	41,94	16,26	304,04	117,84	7.249
30	20	79	7,70	10,05	46,83	16,95	309,88	112,17	6.617
31	20	81	15,39	10,05	52,11	17,66	315,63	106,95	6.058
32	20	82	7,70	10,05	57,78	18,37	321,71	102,27	5.568
33	20	84	7,70	10,05	63,87	19,09	327,68	97,93	5.130
34	20	86	7,70	10,05	70,40	19,82	333,68	93,93	4.740
35	20	87	7,70	10,05	77,37	20,55	339,72	90,25	4.391
36	20	89	7,70	10,05	84,80	21,30	345,77	86,84	4.077

Fondazione

2.12PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	99 di 109

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	50	9,24	9,24	0,31	0,00	160,43	0,00	510.664
3	100	50	9,24	9,24	1,25	0,00	160,43	0,00	128.116
4	100	50	9,24	9,24	2,81	0,00	160,43	0,00	57.142
5	100	50	9,24	9,24	4,97	0,00	160,43	0,00	32.257
6	100	50	9,24	9,24	7,74	0,00	160,43	0,00	20.718
7	100	50	9,24	9,24	11,11	0,00	160,43	0,00	14.439
8	100	50	9,24	9,24	15,07	0,00	160,43	0,00	10.646
9	100	50	9,24	9,24	19,61	0,00	160,43	0,00	8.180
10	100	50	9,24	9,24	24,73	0,00	160,43	0,00	6.487
11	100	50	9,24	9,24	30,42	0,00	160,43	0,00	5.273
12	100	50	9,24	9,24	36,68	0,00	160,43	0,00	4.374
13	100	50	9,24	9,24	43,49	0,00	160,43	0,00	3.689
14	100	50	9,24	9,24	50,85	0,00	160,43	0,00	3.155
15	100	50	9,24	9,24	58,76	0,00	160,43	0,00	2.730
16	100	50	9,24	9,24	-103,63	0,00	-160,43	0,00	1.548
17	100	50	9,24	9,24	-97,37	0,00	-160,43	0,00	1.648
18	100	50	9,24	9,24	-91,24	0,00	-160,43	0,00	1.758
19	100	50	9,24	9,24	-85,26	0,00	-160,43	0,00	1.882
20	100	50	9,24	9,24	-79,42	0,00	-160,43	0,00	2.020
21	100	50	9,24	9,24	-73,73	0,00	-160,43	0,00	2.176
22	100	50	9,24	9,24	-68,19	0,00	-160,43	0,00	2.353
23	100	50	9,24	9,24	-62,80	0,00	-160,43	0,00	2.555
24	100	50	9,24	9,24	-57,57	0,00	-160,43	0,00	2.787
25	100	50	9,24	9,24	-52,48	0,00	-160,43	0,00	3.057
26	100	50	9,24	9,24	-47,55	0,00	-160,43	0,00	3.374
27	100	50	9,24	9,24	-42,78	0,00	-160,43	0,00	3.750
28	100	50	9,24	9,24	-38,18	0,00	-160,43	0,00	4.202
29	100	50	9,24	9,24	-33,76	0,00	-160,43	0,00	4.752
30	100	50	9,24	9,24	-29,55	0,00	-160,43	0,00	5.430
31	100	50	9,24	9,24	-25,55	0,00	-160,43	0,00	6.280
32	100	50	9,24	9,24	-21,78	0,00	-160,43	0,00	7.367
33	100	50	9,24	9,24	-18,25	0,00	-160,43	0,00	8.789
34	100	50	9,24	9,24	-14,99	0,00	-160,43	0,00	10.700
35	100	50	9,24	9,24	-12,01	0,00	-160,43	0,00	13.356
36	100	50	9,24	9,24	-9,32	0,00	-160,43	0,00	17.209
37	100	50	9,24	9,24	-6,94	0,00	-160,43	0,00	23.111
38	100	50	9,24	9,24	-4,89	0,00	-160,43	0,00	32.841
39	100	50	9,24	9,24	-3,17	0,00	-160,43	0,00	50.648
40	100	50	9,24	9,24	-1,80	0,00	-160,43	0,00	88.885
41	100	50	9,24	9,24	-0,81	0,00	-160,43	0,00	197.459
42	100	50	9,24	9,24	-0,21	0,00	-160,43	0,00	779.960
43	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

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

Contrafforte

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	20	32	0,00	2,50	122,62	1548,94	122,62	0,00	100.000
2	20	34	0,00	2,50	129,82	1639,03	129,82	0,09	1449.757
3	20	35	0,00	2,50	137,02	1729,12	137,02	0,28	481.183
4	20	37	0,00	2,50	144,22	1819,22	144,22	0,58	246.570
5	20	39	0,00	2,50	151,42	1909,31	151,42	0,99	153.043

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	100 di 109

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
6	20	40	0,00	2,50	158,62	1999,40	158,62	1,50	105.844
7	20	42	0,00	2,50	165,83	2089,49	165,83	2,11	78.484
8	20	43	0,00	2,50	173,03	2179,58	173,03	2,83	61.097
9	20	45	0,00	2,50	180,24	2269,67	180,24	3,66	49.295
10	20	47	0,00	2,50	187,45	2359,77	187,45	4,59	40.878
11	20	48	0,00	2,50	194,67	2449,86	194,67	5,62	34.638
12	20	50	0,00	2,50	201,88	2539,95	201,88	6,76	29.867
13	20	52	0,00	2,50	209,09	2630,04	209,09	8,00	26.125
14	20	53	0,00	2,50	216,31	2720,13	216,31	9,35	23.127
15	20	55	0,00	2,50	223,53	2810,22	223,53	10,81	20.682
16	20	56	0,00	2,50	230,74	2900,31	230,74	12,37	18.648
17	20	58	0,00	2,50	237,96	2990,41	237,96	14,06	16.928
18	20	60	0,00	2,50	245,19	3080,50	245,19	15,89	15.430
19	20	61	0,00	2,50	252,41	3170,59	252,41	17,88	14.114
20	20	63	0,00	2,50	259,63	3260,68	259,63	20,05	12.946
21	20	65	0,00	2,50	266,86	3350,77	266,86	22,41	11.910
22	20	66	0,00	2,50	274,08	3440,86	274,08	24,93	10.996
23	20	68	0,00	2,50	281,31	3530,96	281,31	27,61	10.189
24	20	69	0,00	2,50	288,54	3621,05	288,54	30,45	9.475
25	20	71	0,00	2,50	295,77	3711,14	295,77	33,45	8.841
26	20	73	0,00	2,50	303,01	3801,23	303,01	36,61	8.276
27	20	74	0,00	2,50	310,24	3891,32	310,24	39,92	7.771
28	20	76	0,00	2,50	317,47	3981,41	317,47	43,39	7.316
29	20	78	0,00	2,50	324,71	4071,50	324,71	47,02	6.906
30	20	79	0,00	2,50	331,95	4161,60	331,95	50,79	6.535
31	20	81	0,00	2,50	339,19	4251,69	339,19	54,73	6.198
32	20	82	0,00	2,50	346,42	4341,78	346,42	58,81	5.890
33	20	84	0,00	2,50	353,67	4431,87	353,67	63,05	5.609
34	20	86	0,00	2,50	360,91	4521,96	360,91	67,44	5.351
35	20	87	0,00	2,50	368,15	4612,05	368,15	71,99	5.114
36	20	89	0,00	2,50	375,40	4702,14	375,40	76,77	4.890

Fondazione

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	0,00	100.000
2	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-6,60	33.134
3	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-13,14	16.655
4	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-19,60	11.163
5	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-25,99	8.417
6	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-32,31	6.770
7	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-38,57	5.672
8	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-44,75	4.888
9	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-50,87	4.301
10	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-56,91	3.844
11	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-62,89	3.479
12	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-68,79	3.180
13	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-74,63	2.931
14	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-80,39	2.721
15	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-86,09	2.541
16	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-91,74	2.387
17	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-97,34	2.246
18	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-102,89	2.116
19	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-108,39	1.996
20	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-113,84	1.885
21	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-119,24	1.782
22	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-124,59	1.687
23	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-129,89	1.600
24	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-135,14	1.520
25	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-140,34	1.446
26	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-145,49	1.378
27	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-150,59	1.315
28	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-155,64	1.257
29	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-160,64	1.204

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	101 di 109

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
30	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-41,88	5.223
31	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-39,61	5.524
32	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-37,17	5.886
33	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-34,58	6.327
34	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-31,83	6.874
35	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-28,92	7.565
36	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-25,86	8.461
37	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-22,63	9.666
38	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-19,25	11.362
39	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-15,72	13.918
40	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-12,02	18.194
41	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-8,17	26.766
42	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	-4,17	52.521
43	100	50	0,00	--	0,00	0,00	218,77	0,00	100.000

10.6.4 Verifiche strutturali SLE

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A _{fi}	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
A _{fs}	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente, espressa in [kN]
σ _c	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

Combinazioni SLER

Contrafforte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

14940

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

360000

[kPa]

n°	B	H	A _{fi}	A _{fs}	M	N	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	20	32	7,70	10,05	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	20	34	7,70	10,05	0,00	0,47	3 (10)	23 (10)	31 (10)
3	20	35	7,70	10,05	0,01	0,95	6 (10)	40 (10)	63 (10)
4	20	37	7,70	10,05	0,02	1,44	10 (10)	44 (10)	99 (10)
5	20	39	7,70	10,05	0,05	1,94	14 (10)	33 (10)	139 (10)
6	20	40	7,70	10,05	0,11	2,44	19 (10)	0 (1)	186 (10)
7	20	42	7,70	10,05	0,18	2,96	24 (10)	73 (10)	240 (10)
8	20	43	7,70	10,05	0,29	3,48	32 (10)	209 (10)	304 (10)
9	20	45	7,70	10,05	0,44	4,01	40 (10)	415 (10)	377 (10)
10	20	47	7,70	10,05	0,62	4,54	50 (10)	695 (10)	458 (10)
11	20	48	7,70	10,05	0,85	5,09	61 (10)	1052 (10)	549 (10)
12	20	50	7,70	10,05	1,13	5,64	73 (10)	1488 (10)	648 (10)
13	20	52	7,70	10,05	1,47	6,20	86 (10)	2005 (10)	755 (10)
14	20	53	7,70	10,05	1,87	6,77	100 (10)	2605 (10)	872 (10)
15	20	55	7,70	10,05	2,33	7,35	115 (10)	3289 (10)	998 (10)
16	20	56	7,70	10,05	2,87	7,93	132 (10)	4060 (10)	1133 (10)
17	20	58	7,70	10,05	3,48	8,52	149 (10)	4920 (10)	1277 (10)
18	20	60	7,70	10,05	4,18	9,12	168 (10)	5877 (10)	1431 (10)
19	20	61	7,70	10,05	4,97	9,73	188 (10)	6939 (10)	1596 (10)
20	20	63	7,70	10,05	5,87	10,35	209 (10)	8117 (10)	1772 (10)
21	20	65	7,70	10,05	6,90	10,97	232 (10)	9425 (10)	1962 (10)
22	20	66	7,70	10,05	8,05	11,60	257 (10)	10871 (10)	2166 (10)
23	20	68	7,70	10,05	9,34	12,25	283 (10)	12462 (10)	2385 (10)
24	20	69	7,70	10,05	10,79	12,89	311 (10)	14204 (10)	2618 (10)
25	20	71	7,70	10,05	12,41	13,55	341 (10)	16102 (10)	2867 (10)
26	20	73	7,70	10,05	14,19	14,21	373 (10)	18160 (10)	3131 (10)
27	20	74	7,70	10,05	16,17	14,89	406 (10)	20380 (10)	3411 (10)
28	20	76	7,70	10,05	18,33	15,57	441 (10)	22767 (10)	3707 (10)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	102 di 109

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
29	20	78	7,70	10,05	20,71	16,26	478 (10)	25322 (10)	4019 (10)
30	20	79	7,70	10,05	23,29	16,95	516 (10)	28049 (10)	4347 (10)
31	20	81	15,39	10,05	26,11	17,66	580 (10)	30881 (10)	3928 (10)
32	20	82	7,70	10,05	29,16	18,37	599 (10)	34037 (10)	5053 (10)
33	20	84	7,70	10,05	32,48	19,09	644 (10)	37324 (10)	5433 (10)
34	20	86	7,70	10,05	36,09	19,82	690 (10)	40827 (10)	5834 (10)
35	20	87	7,70	10,05	40,00	20,55	739 (10)	44558 (10)	6256 (10)
36	20	89	7,70	10,05	44,24	21,30	790 (10)	48536 (10)	6700 (10)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 1255271 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	100	50	9,24	9,24	0,19	0,00	8 (10)	482 (10)	70 (10)
3	100	50	9,24	9,24	0,76	0,00	33 (10)	1932 (10)	280 (10)
4	100	50	9,24	9,24	1,72	0,00	74 (10)	4358 (10)	632 (10)
5	100	50	9,24	9,24	3,07	0,00	132 (10)	7766 (10)	1127 (10)
6	100	50	9,24	9,24	4,80	0,00	206 (10)	12163 (10)	1765 (10)
7	100	50	9,24	9,24	6,93	0,00	297 (10)	17557 (10)	2547 (10)
8	100	50	9,24	9,24	9,46	0,00	406 (10)	23954 (10)	3475 (10)
9	100	50	9,24	9,24	12,39	0,00	531 (10)	31362 (10)	4550 (10)
10	100	50	9,24	9,24	15,71	0,00	674 (10)	39787 (10)	5772 (10)
11	100	50	9,24	9,24	19,45	0,00	834 (10)	49237 (10)	7143 (10)
12	100	50	9,24	9,24	23,59	0,00	1012 (10)	59718 (10)	8664 (10)
13	100	50	9,24	9,24	28,14	0,00	1207 (10)	71237 (10)	10335 (10)
14	100	50	9,24	9,24	33,10	0,00	1420 (10)	83802 (10)	12158 (10)
15	100	50	9,24	9,24	38,48	0,00	1651 (10)	97419 (10)	14134 (10)
16	100	50	9,24	9,24	-20,03	0,00	859 (10)	7357 (10)	50708 (10)
17	100	50	9,24	9,24	-19,06	0,00	818 (10)	7002 (10)	48265 (10)
18	100	50	9,24	9,24	-18,12	0,00	777 (10)	6655 (10)	45870 (10)
19	100	50	9,24	9,24	-17,19	0,00	737 (10)	6313 (10)	43513 (10)
20	100	50	9,24	9,24	-16,27	0,00	698 (10)	5976 (10)	41188 (10)
21	100	50	9,24	9,24	-15,36	0,00	659 (10)	5642 (10)	38887 (10)
22	100	50	9,24	9,24	-14,46	0,00	620 (10)	5310 (10)	36603 (10)
23	100	50	9,24	9,24	-13,56	0,00	582 (10)	4980 (10)	34326 (10)
24	100	50	9,24	9,24	-12,66	0,00	543 (10)	4650 (10)	32051 (10)
25	100	50	9,24	9,24	-11,76	0,00	504 (10)	4319 (10)	29768 (10)
26	100	50	9,24	9,24	-10,85	0,00	465 (10)	3985 (10)	27471 (10)
27	100	50	9,24	9,24	-9,93	0,00	426 (10)	3649 (10)	25153 (10)
28	100	50	9,24	9,24	-9,02	0,00	387 (10)	3312 (10)	22828 (10)
29	100	50	9,24	9,24	-8,10	0,00	348 (10)	2976 (10)	20513 (10)
30	100	50	9,24	9,24	-7,20	0,00	309 (10)	2645 (10)	18228 (10)
31	100	50	9,24	9,24	-6,32	0,00	271 (10)	2320 (10)	15992 (10)
32	100	50	9,24	9,24	-5,46	0,00	234 (10)	2006 (10)	13825 (10)
33	100	50	9,24	9,24	-4,64	0,00	199 (10)	1704 (10)	11746 (10)
34	100	50	9,24	9,24	-3,86	0,00	166 (10)	1418 (10)	9774 (10)
35	100	50	9,24	9,24	-3,13	0,00	134 (10)	1150 (10)	7927 (10)
36	100	50	9,24	9,24	-2,46	0,00	105 (10)	903 (10)	6226 (10)
37	100	50	9,24	9,24	-1,85	0,00	79 (10)	680 (10)	4689 (10)
38	100	50	9,24	9,24	-1,32	0,00	57 (10)	484 (10)	3337 (10)
39	100	50	9,24	9,24	-0,86	0,00	37 (10)	317 (10)	2187 (10)
40	100	50	9,24	9,24	-0,50	0,00	21 (10)	183 (10)	1259 (10)
41	100	50	9,24	9,24	-0,23	0,00	10 (10)	83 (10)	572 (10)
42	100	50	9,24	9,24	-0,06	0,00	2 (10)	21 (10)	146 (10)
43	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)

Combinazioni SLEQ

Contrafforte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11205 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc REL	N.prog. 03	Rev. A	Pag.di Pag. 103 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	---------------------------

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	20	32	7,70	10,05	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	20	34	7,70	10,05	0,00	0,47	3 (12)	23 (12)	31 (12)
3	20	35	7,70	10,05	0,01	0,95	6 (12)	40 (12)	63 (12)
4	20	37	7,70	10,05	0,02	1,44	10 (12)	44 (12)	99 (12)
5	20	39	7,70	10,05	0,05	1,94	14 (12)	33 (12)	139 (12)
6	20	40	7,70	10,05	0,11	2,44	19 (12)	0 (1)	186 (12)
7	20	42	7,70	10,05	0,18	2,96	24 (12)	73 (12)	240 (12)
8	20	43	7,70	10,05	0,29	3,48	32 (12)	209 (12)	304 (12)
9	20	45	7,70	10,05	0,44	4,01	40 (12)	415 (12)	377 (12)
10	20	47	7,70	10,05	0,62	4,54	50 (12)	695 (12)	458 (12)
11	20	48	7,70	10,05	0,85	5,09	61 (12)	1052 (12)	549 (12)
12	20	50	7,70	10,05	1,13	5,64	73 (12)	1488 (12)	648 (12)
13	20	52	7,70	10,05	1,47	6,20	86 (12)	2005 (12)	755 (12)
14	20	53	7,70	10,05	1,87	6,77	100 (12)	2605 (12)	872 (12)
15	20	55	7,70	10,05	2,33	7,35	115 (12)	3289 (12)	998 (12)
16	20	56	7,70	10,05	2,87	7,93	132 (12)	4060 (12)	1133 (12)
17	20	58	7,70	10,05	3,48	8,52	149 (12)	4920 (12)	1277 (12)
18	20	60	7,70	10,05	4,18	9,12	168 (12)	5877 (12)	1431 (12)
19	20	61	7,70	10,05	4,97	9,73	188 (12)	6939 (12)	1596 (12)
20	20	63	7,70	10,05	5,87	10,35	209 (12)	8117 (12)	1772 (12)
21	20	65	7,70	10,05	6,90	10,97	232 (12)	9425 (12)	1962 (12)
22	20	66	7,70	10,05	8,05	11,60	257 (12)	10871 (12)	2166 (12)
23	20	68	7,70	10,05	9,34	12,25	283 (12)	12462 (12)	2385 (12)
24	20	69	7,70	10,05	10,79	12,89	311 (12)	14204 (12)	2618 (12)
25	20	71	7,70	10,05	12,41	13,55	341 (12)	16102 (12)	2867 (12)
26	20	73	7,70	10,05	14,19	14,21	373 (12)	18160 (12)	3131 (12)
27	20	74	7,70	10,05	16,17	14,89	406 (12)	20380 (12)	3411 (12)
28	20	76	7,70	10,05	18,33	15,57	441 (12)	22767 (12)	3707 (12)
29	20	78	7,70	10,05	20,71	16,26	478 (12)	25322 (12)	4019 (12)
30	20	79	7,70	10,05	23,29	16,95	516 (12)	28049 (12)	4347 (12)
31	20	81	15,39	10,05	26,10	17,66	580 (12)	30880 (12)	3928 (12)
32	20	82	7,70	10,05	29,15	18,37	599 (12)	34023 (12)	5052 (12)
33	20	84	7,70	10,05	32,44	19,09	643 (12)	37274 (12)	5428 (12)
34	20	86	7,70	10,05	35,99	19,82	688 (12)	40704 (12)	5821 (12)
35	20	87	7,70	10,05	39,80	20,55	736 (12)	44312 (12)	6230 (12)
36	20	89	7,70	10,05	43,89	21,30	785 (12)	48105 (12)	6656 (12)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

14940

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

1569089

[kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	100	50	9,24	9,24	0,16	0,00	7 (12)	415 (12)	60 (12)
3	100	50	9,24	9,24	0,66	0,00	28 (12)	1666 (12)	242 (12)
4	100	50	9,24	9,24	1,49	0,00	64 (12)	3766 (12)	546 (12)
5	100	50	9,24	9,24	2,66	0,00	114 (12)	6726 (12)	976 (12)
6	100	50	9,24	9,24	4,17	0,00	179 (12)	10557 (12)	1532 (12)
7	100	50	9,24	9,24	6,03	0,00	259 (12)	15269 (12)	2215 (12)
8	100	50	9,24	9,24	8,25	0,00	354 (12)	20875 (12)	3029 (12)
9	100	50	9,24	9,24	10,82	0,00	464 (12)	27386 (12)	3973 (12)
10	100	50	9,24	9,24	13,75	0,00	590 (12)	34814 (12)	5051 (12)
11	100	50	9,24	9,24	17,05	0,00	731 (12)	43168 (12)	6263 (12)
12	100	50	9,24	9,24	20,72	0,00	889 (12)	52462 (12)	7611 (12)
13	100	50	9,24	9,24	24,77	0,00	1062 (12)	62705 (12)	9097 (12)
14	100	50	9,24	9,24	29,19	0,00	1252 (12)	73910 (12)	10723 (12)
15	100	50	9,24	9,24	34,00	0,00	1459 (12)	86087 (12)	12490 (12)
16	100	50	9,24	9,24	-18,50	0,00	794 (12)	6797 (12)	46850 (12)
17	100	50	9,24	9,24	-17,44	0,00	748 (12)	6406 (12)	44153 (12)
18	100	50	9,24	9,24	-16,42	0,00	704 (12)	6032 (12)	41574 (12)
19	100	50	9,24	9,24	-15,44	0,00	662 (12)	5672 (12)	39099 (12)
20	100	50	9,24	9,24	-14,50	0,00	622 (12)	5327 (12)	36716 (12)
21	100	50	9,24	9,24	-13,59	0,00	583 (12)	4993 (12)	34413 (12)
22	100	50	9,24	9,24	-12,71	0,00	545 (12)	4668 (12)	32177 (12)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	104 di 109

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
23	100	50	9,24	9,24	-11,85	0,00	508 (12)	4352 (12)	29996 (12)
24	100	50	9,24	9,24	-11,00	0,00	472 (12)	4042 (12)	27857 (12)
25	100	50	9,24	9,24	-10,17	0,00	436 (12)	3736 (12)	25748 (12)
26	100	50	9,24	9,24	-9,34	0,00	401 (12)	3432 (12)	23657 (12)
27	100	50	9,24	9,24	-8,52	0,00	365 (12)	3130 (12)	21573 (12)
28	100	50	9,24	9,24	-7,70	0,00	330 (12)	2829 (12)	19503 (12)
29	100	50	9,24	9,24	-6,90	0,00	296 (12)	2533 (12)	17461 (12)
30	100	50	9,24	9,24	-6,11	0,00	262 (12)	2243 (12)	15463 (12)
31	100	50	9,24	9,24	-5,34	0,00	229 (12)	1962 (12)	13523 (12)
32	100	50	9,24	9,24	-4,60	0,00	197 (12)	1691 (12)	11655 (12)
33	100	50	9,24	9,24	-3,90	0,00	167 (12)	1432 (12)	9873 (12)
34	100	50	9,24	9,24	-3,24	0,00	139 (12)	1189 (12)	8192 (12)
35	100	50	9,24	9,24	-2,62	0,00	112 (12)	961 (12)	6627 (12)
36	100	50	9,24	9,24	-2,05	0,00	88 (12)	753 (12)	5192 (12)
37	100	50	9,24	9,24	-1,54	0,00	66 (12)	566 (12)	3901 (12)
38	100	50	9,24	9,24	-1,09	0,00	47 (12)	402 (12)	2770 (12)
39	100	50	9,24	9,24	-0,72	0,00	31 (12)	263 (12)	1811 (12)
40	100	50	9,24	9,24	-0,41	0,00	18 (12)	151 (12)	1040 (12)
41	100	50	9,24	9,24	-0,19	0,00	8 (12)	68 (12)	472 (12)
42	100	50	9,24	9,24	-0,05	0,00	2 (12)	17 (12)	120 (12)
43	100	50	9,24	9,24	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

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

Combinazioni SLEF

Contrafforte

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	20	32	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	20	34	0,00	0,00	0,00	1,63	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	20	35	0,00	0,00	0,01	8,12	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	20	37	0,00	0,00	0,02	28,90	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	20	39	0,00	0,00	0,05	186,25	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	20	40	0,00	0,00	0,11	143,70	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	20	42	10,05	103,29	0,18	78,27	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	20	43	10,05	165,68	0,29	64,04	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	20	45	10,05	215,18	0,44	59,02	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	20	47	10,05	254,52	0,62	57,32	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	20	48	10,05	286,92	0,85	57,20	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	20	50	10,05	314,71	1,13	57,97	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	20	52	10,05	339,38	1,47	59,31	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	20	53	10,05	361,87	1,87	61,04	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	20	55	10,05	382,80	2,33	63,05	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	20	56	10,05	402,60	2,87	65,29	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	20	58	10,05	421,55	3,48	67,70	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	20	60	10,05	439,89	4,18	70,26	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	20	61	10,05	457,77	4,97	72,94	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	20	63	10,05	475,32	5,87	75,71	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	20	65	10,05	492,62	6,90	78,57	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	20	66	10,05	509,71	8,05	81,51	0,000000	0,00	0,000 (11)
23	20	68	10,05	526,60	9,34	84,52	0,000000	0,00	0,000 (11)
24	20	69	10,05	543,32	10,79	87,62	0,000000	0,00	0,000 (11)
25	20	71	10,05	559,87	12,41	90,79	0,000000	0,00	0,000 (11)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc REL	N.prog. 03	Rev. A	Pag.di Pag. 105 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	---------------------------

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
26	20	73	10,05	576,29	14,19	94,04	0,000000	0,00	0,000 (11)
27	20	74	10,05	592,57	16,17	97,36	0,000000	0,00	0,000 (11)
28	20	76	10,05	608,73	18,33	100,75	0,000000	0,00	0,000 (11)
29	20	78	10,05	616,87	20,71	104,21	0,000000	0,00	0,000 (11)
30	20	79	10,05	616,88	23,29	107,75	0,000000	0,00	0,000 (11)
31	20	81	10,05	617,29	26,10	111,38	0,000000	0,00	0,000 (11)
32	20	82	10,05	616,88	29,15	115,02	0,000000	0,00	0,000 (11)
33	20	84	10,05	616,88	32,44	118,76	0,000000	0,00	0,000 (11)
34	20	86	10,05	616,88	36,00	122,56	0,000000	0,00	0,000 (11)
35	20	87	10,05	616,89	39,83	126,42	0,000000	0,00	0,000 (11)
36	20	89	10,05	616,89	43,97	130,34	0,000000	0,00	0,000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)
2	100	50	9,24	2033,93	0,18	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	100	50	9,24	2033,93	0,73	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	100	50	9,24	2033,93	1,65	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	100	50	9,24	2033,93	2,94	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	100	50	9,24	2033,93	4,60	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	100	50	9,24	2033,93	6,65	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	100	50	9,24	2033,93	9,08	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	100	50	9,24	2033,93	11,89	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	100	50	9,24	2033,93	15,09	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	100	50	9,24	2033,93	18,69	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	100	50	9,24	2033,93	22,68	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	100	50	9,24	2033,93	27,07	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	100	50	9,24	2033,93	31,87	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	100	50	9,24	2033,93	37,07	145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	100	50	9,24	2971,96	-19,13	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	100	50	9,24	2971,96	-18,16	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	100	50	9,24	2971,96	-17,21	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	100	50	9,24	2971,96	-16,29	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	100	50	9,24	2971,96	-15,39	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	100	50	9,24	2971,96	-14,51	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	100	50	9,24	2971,96	-13,63	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
23	100	50	9,24	2971,96	-12,77	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
24	100	50	9,24	2971,96	-11,91	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
25	100	50	9,24	2971,96	-11,05	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
26	100	50	9,24	2971,96	-10,19	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
27	100	50	9,24	2971,96	-9,32	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
28	100	50	9,24	2971,96	-8,45	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
29	100	50	9,24	2971,96	-7,59	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
30	100	50	9,24	2971,96	-6,74	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
31	100	50	9,24	2971,96	-5,91	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
32	100	50	9,24	2971,96	-5,11	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
33	100	50	9,24	2971,96	-4,34	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
34	100	50	9,24	2971,96	-3,61	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
35	100	50	9,24	2971,96	-2,92	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
36	100	50	9,24	2971,96	-2,30	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
37	100	50	9,24	2971,96	-1,73	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
38	100	50	9,24	2971,96	-1,23	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
39	100	50	9,24	2971,96	-0,81	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
40	100	50	9,24	2971,96	-0,46	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
41	100	50	9,24	2971,96	-0,21	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
42	100	50	9,24	2971,96	-0,05	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (11)
43	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (11)

Combinazioni SLEQ

Contrafforte

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0000	Id.doc REL	N.prog. 03	Rev. A	Pag. di Pag. 106 di 109
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	----------------------------

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	20	32	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	20	34	0,00	0,00	0,00	1,63	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	20	35	0,00	0,00	0,01	8,12	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	20	37	0,00	0,00	0,02	28,90	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	20	39	0,00	0,00	0,05	186,25	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	20	40	0,00	0,00	0,11	143,70	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	20	42	10,05	103,29	0,18	78,27	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	20	43	10,05	165,68	0,29	64,04	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	20	45	10,05	215,18	0,44	59,02	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	20	47	10,05	254,52	0,62	57,32	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	20	48	10,05	286,92	0,85	57,20	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	20	50	10,05	314,71	1,13	57,97	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	20	52	10,05	339,38	1,47	59,31	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	20	53	10,05	361,87	1,87	61,04	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	20	55	10,05	382,80	2,33	63,05	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	20	56	10,05	402,60	2,87	65,29	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	20	58	10,05	421,55	3,48	67,70	0,000000	0,00	0,000 (12)
18	20	60	10,05	439,89	4,18	70,26	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	20	61	10,05	457,77	4,97	72,94	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	20	63	10,05	475,32	5,87	75,71	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	20	65	10,05	492,62	6,90	78,57	0,000000	0,00	0,000 (12)
22	20	66	10,05	509,71	8,05	81,51	0,000000	0,00	0,000 (12)
23	20	68	10,05	526,60	9,34	84,52	0,000000	0,00	0,000 (12)
24	20	69	10,05	543,32	10,79	87,62	0,000000	0,00	0,000 (12)
25	20	71	10,05	559,87	12,41	90,79	0,000000	0,00	0,000 (12)
26	20	73	10,05	576,29	14,19	94,04	0,000000	0,00	0,000 (12)
27	20	74	10,05	592,57	16,17	97,36	0,000000	0,00	0,000 (12)
28	20	76	10,05	608,73	18,33	100,75	0,000000	0,00	0,000 (12)
29	20	78	10,05	616,87	20,71	104,21	0,000000	0,00	0,000 (12)
30	20	79	10,05	616,88	23,29	107,75	0,000000	0,00	0,000 (12)
31	20	81	10,05	617,29	26,10	111,38	0,000000	0,00	0,000 (12)
32	20	82	10,05	616,88	29,15	115,02	0,000000	0,00	0,000 (12)
33	20	84	10,05	616,88	32,44	118,76	0,000000	0,00	0,000 (12)
34	20	86	10,05	616,88	35,99	122,56	0,000000	0,00	0,000 (12)
35	20	87	10,05	616,89	39,80	126,42	0,000000	0,00	0,000 (12)
36	20	89	10,05	616,89	43,89	130,35	0,000000	0,00	0,000 (12)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)
2	100	50	9,24	2033,93	0,16	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
3	100	50	9,24	2033,93	0,66	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
4	100	50	9,24	2033,93	1,49	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
5	100	50	9,24	2033,93	2,66	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
6	100	50	9,24	2033,93	4,17	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
7	100	50	9,24	2033,93	6,03	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
8	100	50	9,24	2033,93	8,25	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
9	100	50	9,24	2033,93	10,82	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
10	100	50	9,24	2033,93	13,75	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
11	100	50	9,24	2033,93	17,05	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
12	100	50	9,24	2033,93	20,72	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
13	100	50	9,24	2033,93	24,77	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
14	100	50	9,24	2033,93	29,19	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
15	100	50	9,24	2033,93	34,00	145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
16	100	50	9,24	2971,96	-18,50	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
17	100	50	9,24	2971,96	-17,44	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
18	100	50	9,24	2971,96	-16,42	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
19	100	50	9,24	2971,96	-15,44	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
20	100	50	9,24	2971,96	-14,50	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
21	100	50	9,24	2971,96	-13,59	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
22	100	50	9,24	2971,96	-12,71	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
23	100	50	9,24	2971,96	-11,85	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	107 di 109

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
24	100	50	9,24	2971,96	-11,00	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
25	100	50	9,24	2971,96	-10,17	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
26	100	50	9,24	2971,96	-9,34	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
27	100	50	9,24	2971,96	-8,52	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
28	100	50	9,24	2971,96	-7,70	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
29	100	50	9,24	2971,96	-6,90	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
30	100	50	9,24	2971,96	-6,11	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
31	100	50	9,24	2971,96	-5,34	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
32	100	50	9,24	2971,96	-4,60	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
33	100	50	9,24	2971,96	-3,90	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
34	100	50	9,24	2971,96	-3,24	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
35	100	50	9,24	2971,96	-2,62	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
36	100	50	9,24	2971,96	-2,05	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
37	100	50	9,24	2971,96	-1,54	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
38	100	50	9,24	2971,96	-1,09	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
39	100	50	9,24	2971,96	-0,72	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
40	100	50	9,24	2971,96	-0,41	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
41	100	50	9,24	2971,96	-0,19	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
42	100	50	9,24	2971,96	-0,05	-145,64	0,000000	0,00	0,000 (12)
43	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (12)

10.6.5 Verifiche di stabilita' locale

Si riportano di seguito i coefficienti di sicurezza per la valutazione della capacità portante nonché i coefficienti di sicurezza minimi provenienti dalla analisi.

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	174,47	0,00	0,00	--	--	174,47	146,69	1.189
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	167,39	0,00	0,00	--	--	167,39	151,71	1.103

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	289,57	658,68	470,48	2.275
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	304,23	569,91	407,08	1.873

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5By/N, viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottoscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	108 di 109

B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
 H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
 γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
 ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
 c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]
 Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo "--" sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	γ	D	B' H	γ	ϕ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	25.803 14.720 11.190	0.492 0.492 0.002	1.159 1.079 1.079	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.975	1,20	2,52 2,10	10,19	28.00	10
2	25.803 14.720 11.190	0.478 0.478 0.000	1.159 1.079 1.079	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.975	1,20	2,52 2,10	10,19	28.00	10

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

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

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
7 - EQU	845,90	422,58	2.002
9 - EQU H - V	877,35	435,69	2.014

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	0,00; 4,50	8,91	1.477
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	0,00; 4,50	8,91	1.247

10.6.6 Verifica di stabilità globale

L'analisi di stabilità globale condotta secondo il metodo di Bishop semplificato ha portato ai risultati che seguono.

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

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

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	0,00; 4,50	8,91	1.477
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	0,00; 4,50	8,91	1.252
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	0,00; 4,50	8,91	1.247

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muri di sottscarpa prefabbricati - Riabilitazione SP256 - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0000	REL	03	A	109 di 109

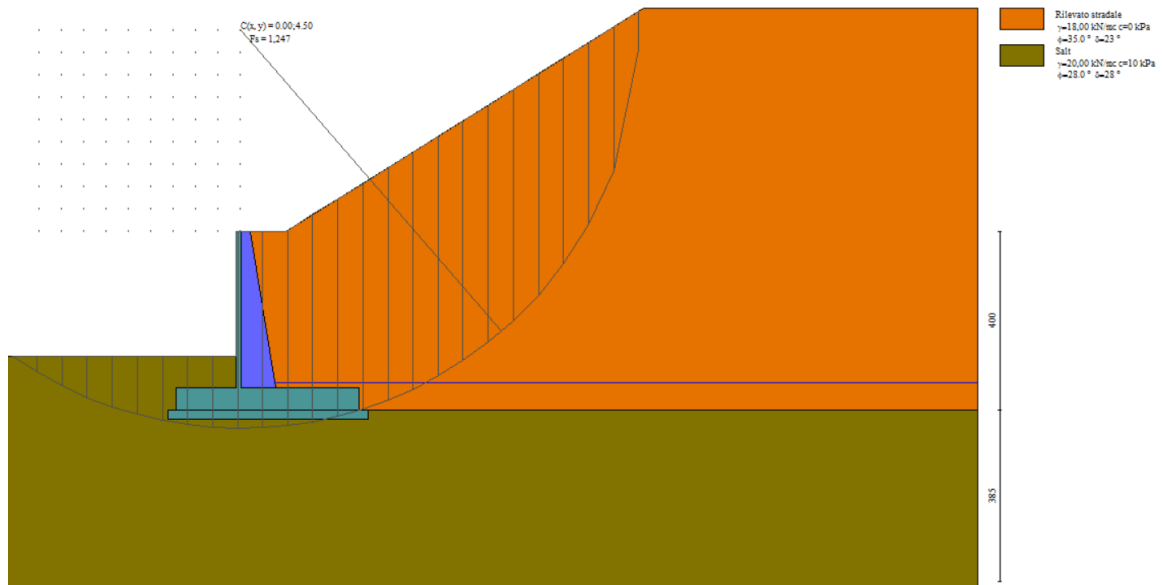


Figura 28 - Verifica di stabilità globale dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE DIRETTA - TIPO 6