


**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:  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	SCALA:
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud	
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia	DATA:
OPERE D'ARTE MINORI: GENERALE	
Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo	Settembre 2020

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

	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.
Codice Elaborato:	L 0 7 0 3	2 1 3	E	1 6	M U 0 1 1 8	R E L	0 1	A

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

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	2 di 73

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	9
	6.1 VERIFICA SLE	9
	6.1.1 Verifiche delle tensioni.....	9
	6.1.2 Verifiche a fessurazione.....	10
	6.2 VERIFICHE SLU	11
	6.2.1 Pressoflessione	11
	6.2.2 Taglio.....	11
7	ANALISI DEI PALI	13
	7.1 ANALISI AGLI STATI LIMITE	13
	7.2 METODOLOGIA DI CALCOLO CAPACITÀ PORTANTE AI CARICHI VERTICALI....	14
	7.3 CALCOLO COEFFICIENTE ALFA DI MATLOCK-REESE.....	14
	7.4 STATI LIMITE E COMBINAZIONI DI CALCOLO AI SENSI DM 14.01.08.....	15
8	ANALISI DEI CARICHI	16
	8.1 CARICHI FISSI	16
	8.2 SPINTE DEL TERRENO	16
	8.3 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI	18
	8.4 AZIONE SISMICA.....	19
	8.4.1 Forze d'inerzia.....	19
	8.4.2 Effetti sismici sulle spinte del terreno	20
	8.4.3 Effetti dell'azione sismica sulla falda.....	20
9	COMBINAZIONI DI CALCOLO	20
10	RISULTATI ANALISI E VERIFICHE	21
	10.1 MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE SU PALI - TIPO 1.....	21
	10.1.1 Modello di calcolo.....	21
	10.1.2 Armature di progetto paramento e piastra fondazione	27
	10.1.3 Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione SLU	28
	10.1.4 Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione SLE	33
	10.1.5 Armature di progetto pali.....	44
	10.1.6 Verifiche strutturali pali di fondazione.....	44
	10.1.7 Verifiche capacità portante	46

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU018	REL	01	A	3 di 73

10.2	MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE SU PALI - TIPO 2	46
10.2.1	Modello di calcolo	46
10.2.2	Armature di progetto paramento e piastra fondazione	52
10.2.3	Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione SLU	53
10.2.4	Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione SLE	59
10.2.5	Armature di progetto pali	71
10.2.6	Verifiche strutturali pali di fondazione	71
10.2.7	Verifiche capacità portante	73

1 GENERALITA'

Nella presente relazione vengono descritte le analisi e le verifiche strutturali relative ai muri di sottoscarpa gettati in opera in c.a. con fondazione su pali 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 MU018	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 5 di 73
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------

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 su pali". Occorre precisare che, in fase di progetto e verifica, per il tipologico in esame sono state considerate le due condizioni geometriche più gravose. Dunque, i muri appartenenti al medesimo tipologico sono stati distinti in due tipi differenti. Di seguito vengono riportate le geometrie impiegate in fase di progetto e verifica dei due tipi di "Muri di sottoscarpa - fondazione su pali":

Tabella 3 – Geometrie dei due tipi di "Muri di sottoscarpa - fondazione su pali"

Tipologico	Tipo	ID	b_{fond} [m]	h_{fond} [m]	h_{par} [m]
Muri di sottoscarpa - fondazione su pali	1	MU118	4.60	1.00	4.50
Muri di sottoscarpa - fondazione su pali	2	MU118	6.50	1.00	6.50

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 ⇒ m, mm
- per i carichi ⇒ kN, kN/m², kN/m³
- per le azioni di calcolo ⇒ kN, kNm
- per le tensioni ⇒ 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.

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU018	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 6 di 73
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------

- *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/m³ 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
- $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.02$ 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

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU018	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 7 di 73
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	---------------	----------------	-----------	-------------------------

- $f_{cd} = 0.85 f_{ck}/\gamma_c = 18.1$ 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 sostegno del tipologico oggetto di dimensionamento (Muri di sottoscarpa - fondazione su pali), emerge quanto segue:

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

ID	Quota p.p. _{media} [m.s.l.]	Unità geotecnica	Profondità da p.p. [m]	Tipo di sottosuolo
MU118	530.20	Sch	> 0.00	C

In ragione di ciò, si assumono cautelativamente le seguenti configurazioni stratigrafiche e categorie di sottosuolo per i due tipi di "Muri di sottoscarpa - fondazione su pali" in oggetto:

Tabella 6 - Stratigrafia e categoria di sottosuolo dei due tipi di "Muri di sottoscarpa - fondazione su pali"

Tipo	ID	Unità geotecnica	Descrizione	Profondità da p.p. [m]	Tipo di sottosuolo
1	MU118	Sch	Formazione dello Schlier	> 0.00	C
2	MU118	Sch	Formazione dello Schlier	> 0.00	C

Falda: La falda è riscontrata a profondità variabili. Nelle analisi si assume cautelativamente un livello di falda posto ad una distanza di circa 2.20 m dal piano di posa della fondazione.

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

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU018	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 8 di 73
---------------	---------------	--------------	-----------	--------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------

Tabella 7 - Parametri geotecnici dei due tipi di "Muri di sottoscarpa - fondazione su pali"

Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]
Sch	22	33	70

γ = peso di volume naturale

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

c' = coesione drenata

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

Tabella 8 - Parametri geotecnici per il rinterro dei due tipi di "Muri di sottoscarpa - fondazione su pali"

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 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 4+250

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU018	REL	01	A	9 di 73

Latitudine (WGS84)	Longitudine (WGS84)			
43.08865284	13.04712554			
Latitudine (ED50)	Longitudine (ED50)			
43.090385	13.047943			
Altitudine (mt)	0			
Classe dell'edificio	III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti signific			
Vita Nominale Struttura	50			
Periodo di Riferimento per l'azione sismica	75			
Parametri di pericolosità Sismica				
Stato Limite	T _r [anni]	a _g /g [-]	F _o [-]	T* _c [s]
Operatività	45	0.085	2.411	0.284
Danno	75	0.106	2.406	0.291
Salvaguardia Vita	712	0.251	2.429	0.329
Prevenzione Collasso	1462	0.317	2.451	0.340

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

ID	P.K. iniz.	P.K. fin.	a _{g,SLV} [g]
MU118	4+220	4+288	0.251

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

Tabella 10 – Pericolosità sismica all'SLV dei due tipi di “Muri di sottoscarpa - fondazione su pali”

Tipo	ID	Tipo di sottosuolo	a _{g,SLV} [g]
1	MU118	C	0.251
2	MU118	C	0.251

Tabella 11 – Parametri di pericolosità sismica dei due tipi di “Muri di sottoscarpa - fondazione su pali”

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

6 VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI

6.1 Verifica 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

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0118	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 10 di 73
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

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:

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:

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

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	11 di 73

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 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:

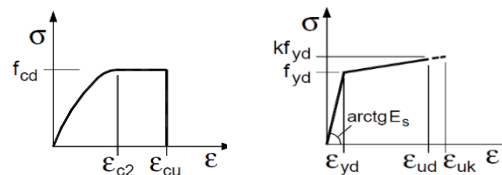


Figura 1 - Legami costitutivi calcestruzzo ed acciaio

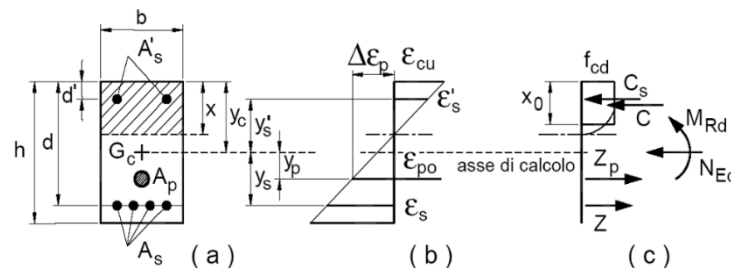


Figura 2 - Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione della generica sezione

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:

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

Dove:

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

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

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

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0118	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 12 di 73
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	--------------------------

d = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;

b_w = 1000 mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

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

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

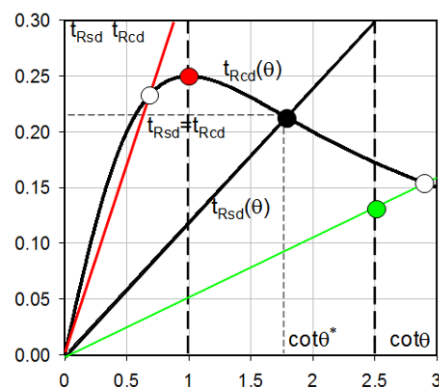
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta)}{(1 + \text{ctg}^2\theta)}$$

Essendo:

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

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

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



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;

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

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

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	13 di 73

- Se la $\cot\theta^*$ è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$
- Se la $\cot\theta^*$ è maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rsg})$ 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 ANALISI DEI PALI

Nel presente paragrafo si riportano le metodologie di calcolo della capacità portante per i pali trivellati di grande diametro previsti in progetto e per i pali dei muri andatori.

7.1 Analisi agli stati limite

Le verifiche di capacità portante dei pali vengono svolte secondo la metodologia degli stati limite ultimi, in accordo alla normativa vigente (DM 14/01/2008. "Norme tecniche per le costruzioni"). La verifica della capacità portante dei pali è soddisfatta se:

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

essendo

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

dove:

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

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

R_k = valore caratteristico della capacità portante limite del palo.

In particolare le verifiche di capacità portante dei pali agli stati limite ultimi (SLU) vengono condotte con riferimento ad almeno uno dei due approcci:

Approccio 1:

Combinazione 1: $A1 + M1 + R1$

Combinazione 2: $A2 + M1 + R2$

Approccio 2:

Combinazione 1: $A1 + M1 + R3$

tenendo conto dei coefficienti parziali di riferimento normativo.

La resistenza di progetto a compressione $R_{c,d}$ è calcolata applicando al valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ i coefficienti parziali γ_R riportati in tabella seguente, relativi alla condizione di pali trivellati. Il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ a compressione è ottenuto applicando i fattori di correlazione ξ_3 e ξ_4 (vedasi tabella seguente) alle resistenze di calcolo R_{cal} ; tali fattori sono funzione del numero di verticali d'indagine rappresentative.

Per ogni opera verrà assunto un coefficiente ξ_3 in funzione delle verticali di indagine eseguite. Nella tabella si riassumono i fattori di sicurezza assunti per ciascuna opera d'arte principale.

In condizioni sismiche le verifiche di capacità portante dei pali agli stati limite ultimi (SLU) vanno condotte con riferimento all'Approccio 2 ($A1+M1+R3$), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nella successiva tabella e ponendo i coefficienti parziali sulle azioni tutti pari all'unità.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	14 di 73

Tabella 12 - Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale ^(*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

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

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

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

Tabella 13 - Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali d'indagine

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

7.2 Metodologia di calcolo capacità portante ai carichi verticali

La portata di progetto di un palo trivellato (eseguito con completa asportazione del terreno) "Qd" può essere espressa dalla seguente relazione:

$$Qd = Qll / FSL + Qbl / FSB - W'p$$

dove:

Qll = portata laterale limite;

Qbl = portata di base limite,

W'p = peso efficace del palo (al netto del peso del terreno asportato);

FSL = fattore di sicurezza per la portata laterale (= $\xi_3 \cdot \gamma_s$);

FSB = fattore di sicurezza per la portata di base (= $\xi_3 \cdot \gamma_b$).

7.3 Calcolo coefficiente alfa di Matlock-Reese

La modellazione dei muri su pali è stata condotta nell'ipotesi di palo incernierato in testa, tale da ottenere un momento flettente, in testa palo, a valle dell'analisi, pari a zero. Da qui la necessità di valutare l'azione flettente attraverso il coefficiente α di Matlock-Reese, tale che, per definizione:

$$\alpha = \frac{M}{T}$$

da cui:

$$M = \alpha T$$

dove:

M rappresenta il momento flettente;

T rappresenta il taglio.

Il calcolo di α viene condotto utilizzando il foglio Excel: "M. Mancina, R. Nori, P. Iasiello - Progetti e Calcoli di Geotecnica con Excel vol.2 - ed. DEI".

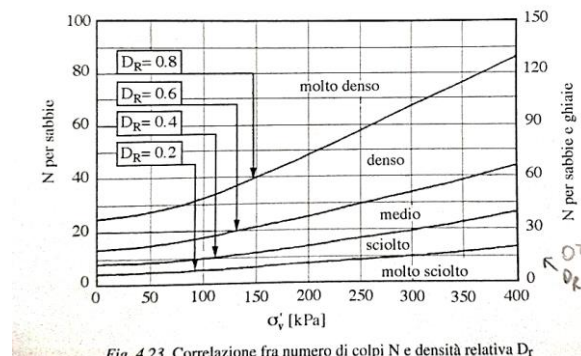
Si precisa che, in testa al palo è stata applicata l'azione tagliante ottenuta dall'analisi eseguita con MAX 15. Inoltre, si sottolinea che la valutazione del coefficiente α è stata eseguita nell'ipotesi di k_h costante con la profondità.

Il valore di k_h , per le diverse tipologie di terreno, è stato valutato in funzione delle indicazioni contenute nella seguente tabella estratta da "C. Viggiani, Fondazioni":

Valori tipici di k_1 [N/cm²] per terreni coesivi sovraconsolidati (da C. Viggiani, Fondazioni)

Consistenza	Compatta ($c_u = 50 \div 100$ kPa)	Molto compatta ($c_u = 100 \div 200$ kPa)	Dura ($c_u > 200$ kPa)
Campo	18 ÷ 35	35 ÷ 70	> 70
Valore consigliato	25	50	100

In particolar modo, la scelta del campo di consistenza è stata eseguita in funzione della coesione non drenata del singolo strato, del numero di colpi N_{SPT} e del grafico sottostante, estratto da "C. Viggiani, Fondazioni":



7.4 Stati limite e combinazioni di calcolo ai sensi dm 14.01.08

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

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

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

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

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	16 di 73

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_G)	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_{G3}	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.

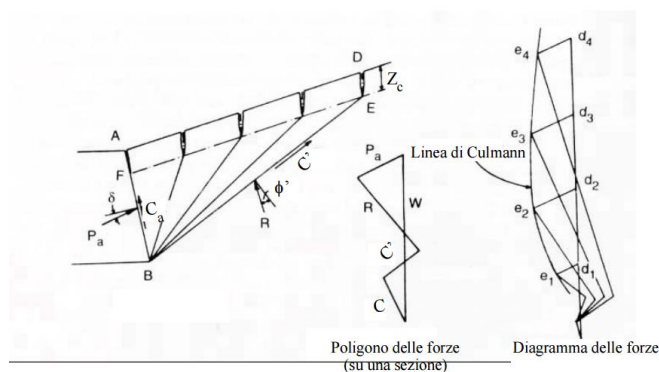
A tal riguardo, al calcestruzzo strutturale costituente il muro è stato assegnato un peso dell'unità di volume $\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$, mentre per il terreno si è assunto $\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$.

8.2 Spinte del terreno

Per la valutazione delle spinte del terreno in fase statica, si è fatto riferimento al metodo di

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	17 di 73

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:

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

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

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

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	18 di 73

$$c' = 0$$

$$\varphi' = 35$$

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

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 stabiliti al punto 5.1.3.3.3 del DM 14/01/08 di cui nel seguito:

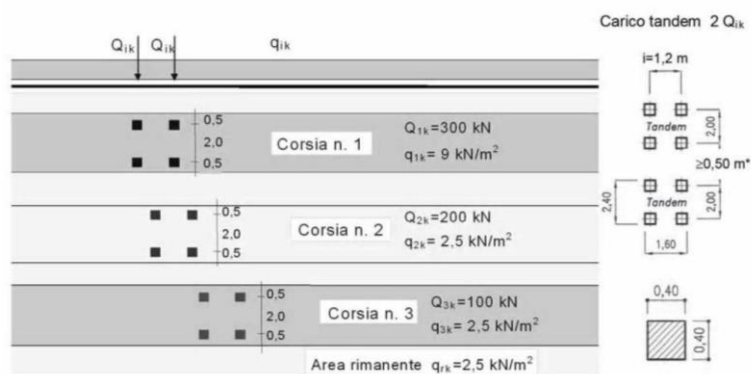


Figura 3 - Schema di carico 1

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:

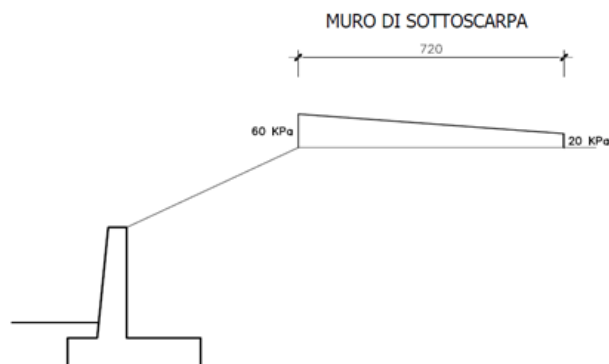
$$Q_{1kd} = 600 / 2.40 \times 5.00 = 50 \text{ kN/m}^2$$

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

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

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:

$$F_h = k_h W_i \quad (\text{forza d'inerzia legata alla componente orizzontale del sisma})$$

$F_v = \pm 0.5 k_h W_i$ (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 su fondazioni profonde.

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

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	21 di 73

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

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

Combinazione n° 8 - SLEF

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

Combinazione n° 9 - 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 due tipi di "Muri di sottoscarpa - fondazione su pali" oggetto della relazione di calcolo:

Tabella 14 – Geometrie dei due tipi di "Muri di sottoscarpa - fondazione su pali"

Tipologico	Tipo	ID	b_{fond} [m]	h_{fond} [m]	h_{par} [m]
Muri di sottoscarpa - fondazione su pali	1	MU118	4.60	1.00	4.50
Muri di sottoscarpa - fondazione su pali	2	MU118	6.50	1.00	6.50

10.1 Muri di sottoscarpa - fondazione su pali - tipo 1

10.1.1 Modello di calcolo

Le sollecitazioni provenienti dal muro vengono ripartite sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di Taglio, Momento e sforzo normale. Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze. La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incernierati a tale piastra.

Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	22 di 73

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

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

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo. Le caratteristiche del terreno (rappresentate da K_h) sono tali che, se non è possibile raggiungere l'equilibrio, si ha collasso per rottura del terreno. In tale analisi i pali sono considerati incastrati alla fondazione di base. Di seguito si riportano i principali risultati delle analisi svolte sul muro su pali.

Si riportano di seguito in forma tabellare i valori delle spinte di natura statica e sismica per le combinazioni analizzate e gli involuipi delle sollecitazioni nel muro, sulla fondazione e nei pali.



Figura 5 - Modello di calcolo dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE SU PALI - 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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	23 di 73

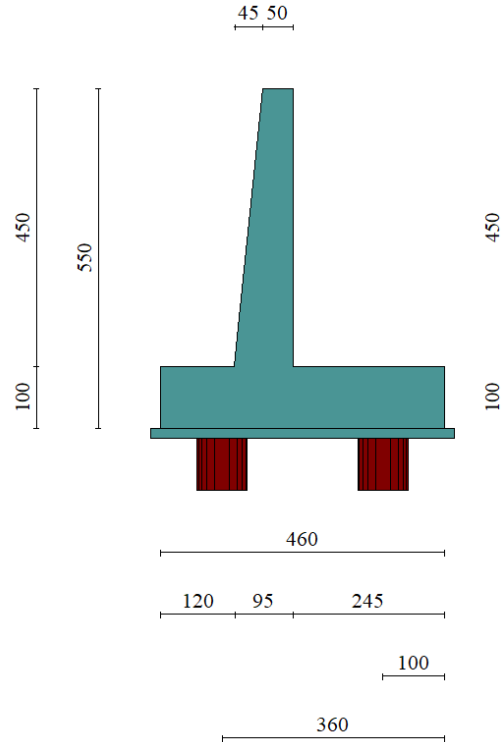


Figura 6 - Geometria dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE SU PALI - TIPO 1

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	274,78	23,33	252,31	108,82	2,45	-3,06
	Peso/Inerzia muro			0,00	192,70/0,00	-0,07	-3,96
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	207,91/0,00	1,26	-2,14
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,00	4,92	-1,55	-4,25
	Spinta falda da monte			30,85		2,45	-4,77
	Sottostinta della falda				128,99	0,15	-5,50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
	Resistenza pali			-684,76			
2	Spinta statica	196,41	23,33	180,35	77,78	2,45	-2,94
	Incremento di spinta sismica		273,61	251,24	108,36	2,45	-2,39
	Peso/Inerzia muro			64,51	192,70/32,26	-0,07	-3,96
	Peso/Inerzia terrapieno			69,61	207,91/34,80	1,26	-2,14
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			1,65	4,92	-1,55	-4,25
	Spinta falda da monte			23,73		2,45	-4,77
	Sottostinta della falda				99,23	0,15	-5,50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
	Resistenza pali			-684,69			

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	24 di 73

M_s Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
 ecc Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N	T	M _r	M _s	ecc
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[m]
1 - STR (A1-M1-R3)	385,35	283,16	935,05	1613,18	0,540
2 - STR (A1-M1-R3)	559,50	591,09	1824,47	2154,57	1,710
3 - STR (A1-M1-R3)	418,60	575,36	1961,27	1937,60	2,356
4 - GEO (A2-M2-R2)	398,46	290,85	914,60	1536,58	0,739
5 - GEO (A2-M2-R2)	570,27	730,21	2247,21	2204,11	2,375
6 - GEO (A2-M2-R2)	435,35	727,88	2425,72	2014,64	3,244
7 - SLER	389,71	217,13	718,45	1496,33	0,304
8 - SLEF	387,89	212,91	713,66	1487,95	0,303
9 - SLEQ	384,08	204,08	706,67	1470,44	0,311

Inviluppo sollecitazioni paramento

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	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[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	1,24	1,24	0,54	5,77	0,02	0,29
3	-0,20	2,50	2,50	1,12	11,60	0,10	1,14
4	-0,30	3,79	3,79	1,75	17,47	0,22	2,58
5	-0,40	5,10	5,10	2,41	23,39	0,41	4,60
6	-0,50	6,44	6,44	3,11	29,35	0,66	7,21
7	-0,60	7,80	7,80	3,86	35,37	0,97	10,41
8	-0,70	9,18	9,18	4,64	41,44	1,35	14,21
9	-0,80	10,59	10,59	5,47	47,55	1,81	18,61
10	-0,90	12,02	12,02	6,33	53,71	2,34	23,61
11	-1,00	13,48	13,48	7,24	59,92	2,96	29,23
12	-1,10	14,96	14,96	8,18	66,18	3,65	35,46
13	-1,20	16,47	16,47	9,17	72,49	4,44	42,32
14	-1,30	18,00	18,00	10,22	78,87	5,33	49,80
15	-1,40	19,56	19,56	11,34	85,33	6,31	57,91
16	-1,50	21,14	21,14	12,57	91,90	7,40	66,67
17	-1,60	22,75	22,75	13,92	98,62	8,62	76,09
18	-1,70	24,38	24,38	15,39	105,45	9,96	86,17
19	-1,80	26,03	26,03	16,97	112,39	11,45	96,94
20	-1,90	27,71	27,71	18,61	119,42	13,10	108,39
21	-2,00	29,41	29,41	20,32	126,51	14,90	120,55
22	-2,10	31,14	31,14	22,09	133,68	16,87	133,41
23	-2,20	32,89	32,89	23,93	140,92	19,01	146,97
24	-2,30	34,67	34,67	25,83	148,23	21,33	161,26
25	-2,40	36,47	36,47	27,79	155,61	23,83	176,28
26	-2,50	38,29	38,29	29,81	163,06	26,53	192,02
27	-2,60	40,14	40,14	31,90	170,58	29,42	208,51
28	-2,70	42,02	42,02	34,05	178,18	32,51	225,74
29	-2,80	43,92	43,92	36,26	185,84	35,81	243,73
30	-2,90	45,84	45,84	38,53	193,58	39,32	262,47
31	-3,00	47,79	47,79	40,87	201,39	43,06	281,99
32	-3,10	49,76	49,76	43,27	209,26	47,02	302,28
33	-3,20	51,76	51,76	45,73	217,21	51,22	323,35
34	-3,30	53,78	53,78	48,25	225,22	55,65	345,20
35	-3,40	55,82	55,82	50,87	233,34	60,33	367,86
36	-3,50	57,89	57,89	53,63	241,62	65,27	391,32
37	-3,60	59,99	59,99	56,54	250,04	70,49	415,61
38	-3,70	62,11	62,11	59,59	258,62	75,99	440,74
39	-3,80	64,25	64,25	62,78	267,34	81,79	466,72
40	-3,90	66,42	66,42	66,11	276,22	87,91	493,57
41	-4,00	68,61	68,61	69,58	285,24	94,35	521,30
42	-4,10	70,83	70,83	73,19	294,41	101,14	549,94
43	-4,20	73,07	73,07	76,94	303,73	108,29	579,48
44	-4,30	75,34	75,34	80,83	313,19	115,81	609,96
45	-4,40	77,63	77,63	84,86	322,81	123,71	641,37

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	25 di 73

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
46	-4,50	79,94	79,94	89,04	332,57	132,01	673,75

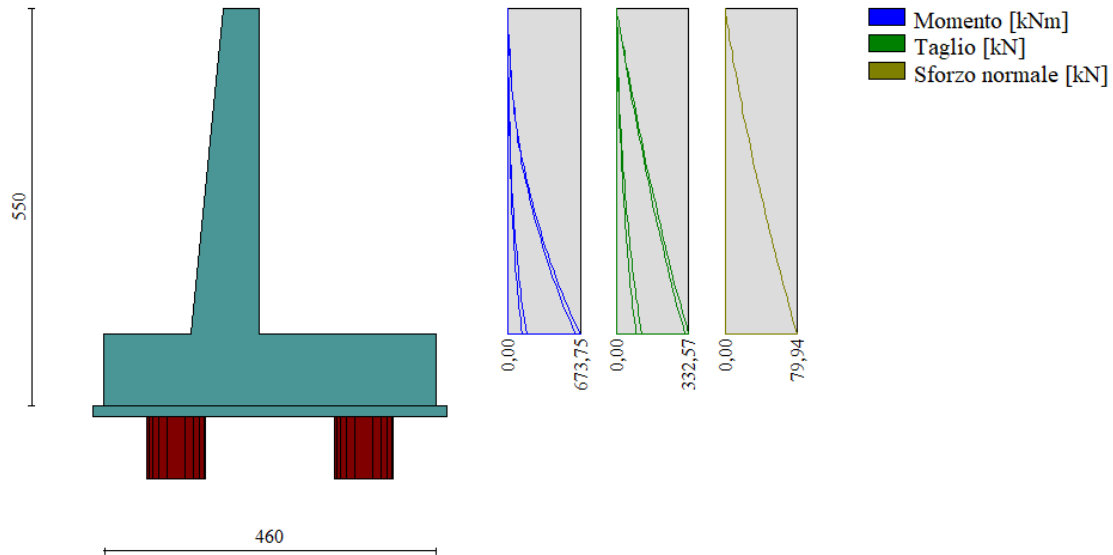


Figura 7 - Involuppo delle sollecitazioni paramento dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE SU PALI - TIPO 1

Involuppo sollecitazioni piastra fondazione

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)

In	Mx	My	Mxy	Tx	Ty	
	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
1	-1,80 -5,01	-0,68 -1,90	-0,58 -1,72	9,93 3,48	1,60 -0,95	MAX MIN
2	-8,69 -23,97	-4,33 -11,70	-1,44 -3,96	12,14 4,32	-6,85 -23,15	MAX MIN
3	0,15 0,09	-1,45 -2,45	-1,16 -3,16	56,46 20,84	-14,50 -48,76	MAX MIN
4	4,83 1,82	4,16 0,87	0,15 0,11	17,92 6,63	0,64 -7,98	MAX MIN
5	-14,71 -40,55	7,02 2,54	-3,80 -10,35	18,44 6,71	42,55 17,50	MAX MIN
6	-23,50 -63,98	-12,71 -32,66	-5,48 -14,86	27,22 10,00	-7,90 -31,44	MAX MIN
7	26,50 9,46	25,55 6,64	12,47 4,48	47,62 17,94	-29,17 -98,46	MAX MIN
8	11,02 4,14	32,30 9,21	11,98 4,30	4,54 2,14	0,97 -15,21	MAX MIN
9	62,38 22,60	8,04 0,19	-5,05 -13,66	603,80 222,09	-72,92 -217,90	MAX MIN
10	-19,24 -52,97	8,19 3,04	0,00 0,00	0,00 0,00	-5,87 -20,40	MAX MIN
11	-13,90 -37,99	85,79 30,88	0,00 0,00	0,00 0,00	279,05 106,46	MAX MIN
12	-137,06 -368,00	-124,85 -327,31	0,00 0,00	0,00 0,00	-426,35 -1183,16	MAX MIN
13	20,32 5,55	67,74 18,51	24,92 8,97	0,00 0,00	-36,20 -122,55	MAX MIN
14	17,36 4,49	57,87 14,97	24,73 8,58	0,00 0,00	2,25 -15,41	MAX MIN
15	30,06 9,10	100,19 30,32	33,18 12,12	0,00 0,00	-112,56 -330,38	MAX MIN
16	84,70 29,18	282,35 97,27	0,00 0,00	0,00 0,00	-1071,50 -2944,81	MAX MIN
17	-14,71	7,02	10,35	-6,71	42,55	MAX

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	26 di 73

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	-40,55	2,54	3,80	-18,44	17,50	MIN
18	-23,50	-12,71	14,86	-10,00	-7,90	MAX
	-63,98	-32,66	5,48	-27,22	-31,44	MIN
19	62,38	8,04	13,66	-222,09	-72,92	MAX
	22,60	0,19	5,05	-603,80	-217,90	MIN
20	30,06	100,19	-12,12	0,00	-112,56	MAX
	9,10	30,32	-33,18	0,00	-330,38	MIN
21	30,06	100,19	-12,12	0,00	-112,56	MAX
	9,10	30,32	-33,18	0,00	-330,38	MIN
22	30,06	100,19	-12,12	0,00	-112,56	MAX
	9,10	30,32	-33,18	0,00	-330,38	MIN
23	30,06	100,19	-12,12	0,00	-112,56	MAX
	9,10	30,32	-33,18	0,00	-330,38	MIN
24	30,06	100,19	-12,12	0,00	-112,56	MAX
	9,10	30,32	-33,18	0,00	-330,38	MIN
25	30,06	100,19	-12,12	0,00	-112,56	MAX
	9,10	30,32	-33,18	0,00	-330,38	MIN
26	-8,69	-4,33	3,96	-4,32	-6,85	MAX
	-23,97	-11,70	1,44	-12,14	-23,15	MIN
27	0,15	-1,45	3,16	-20,84	-14,50	MAX
	0,09	-2,45	1,16	-56,46	-48,76	MIN
28	26,50	25,55	-4,48	-17,94	-29,17	MAX
	9,46	6,64	-12,47	-47,62	-98,46	MIN
29	20,32	67,74	-8,97	0,00	-36,20	MAX
	5,55	18,51	-24,92	0,00	-122,55	MIN
30	20,32	67,74	-8,97	0,00	-36,20	MAX
	5,55	18,51	-24,92	0,00	-122,55	MIN
31	-18,16	-60,54	31,00	0,00	-52,15	MAX
	-155,42	-518,08	-2,37	0,00	-364,95	MIN
32	-18,99	-63,29	61,85	0,00	-62,02	MAX
	-149,68	-498,92	0,74	0,00	-213,14	MIN
33	-15,74	-52,48	13,34	0,00	-40,76	MAX
	-163,20	-544,01	-2,22	0,00	-407,67	MIN
34	-14,51	-48,37	0,00	0,00	-33,51	MAX
	-165,77	-552,57	0,00	0,00	-422,60	MIN
35	-15,74	-52,48	2,22	0,00	-40,76	MAX
	-163,20	-544,01	-13,34	0,00	-407,67	MIN
36	-18,16	-60,54	2,37	0,00	-52,15	MAX
	-155,42	-518,08	-31,00	0,00	-364,95	MIN
37	-1,80	-0,68	1,72	-3,48	1,60	MAX
	-5,01	-1,90	0,58	-9,93	-0,95	MIN
38	4,83	4,16	-0,11	-6,63	0,64	MAX
	1,82	0,87	-0,15	-17,92	-7,98	MIN
39	11,02	32,30	-4,30	-2,14	0,97	MAX
	4,14	9,21	-11,98	-4,54	-15,21	MIN
40	17,36	57,87	-8,58	0,00	2,25	MAX
	4,49	14,97	-24,73	0,00	-15,41	MIN
41	17,36	57,87	-8,58	0,00	2,25	MAX
	4,49	14,97	-24,73	0,00	-15,41	MIN
42	-18,99	-63,29	-0,74	0,00	-62,02	MAX
	-149,68	-498,92	-61,85	0,00	-213,14	MIN
43	-6,23	-36,22	18,69	39,39	-35,62	MAX
	-23,20	-328,38	-4,89	8,70	-334,59	MIN
44	6,97	-35,23	19,86	44,31	-52,97	MAX
	0,81	-326,69	-2,78	8,77	-237,46	MIN
45	-13,04	-30,29	14,57	21,01	-12,70	MAX
	-56,95	-344,03	-4,99	7,38	-384,53	MIN
46	-16,90	-29,40	0,00	0,00	-10,89	MAX
	-63,97	-348,33	0,00	0,00	-392,99	MIN
47	-13,04	-30,29	4,99	-7,38	-12,70	MAX
	-56,95	-344,03	-14,57	-21,01	-384,53	MIN
48	-6,23	-36,22	4,89	-8,70	-35,62	MAX
	-23,20	-328,38	-18,69	-39,39	-334,59	MIN
49	6,97	-35,23	2,78	-8,77	-52,97	MAX
	0,81	-326,69	-19,86	-44,31	-237,46	MIN
50	-3,81	-30,44	5,29	29,61	-16,10	MAX
	-5,25	-188,37	-6,77	-13,95	-260,90	MIN
51	0,87	-27,49	-4,62	13,26	-39,30	MAX
	-3,84	-183,33	-5,87	-1,19	-256,35	MIN
52	11,62	-40,53	8,45	23,22	13,11	MAX
	-27,89	-172,05	-8,57	-8,91	-305,89	MIN
53	2,01	-13,94	0,00	0,00	129,70	MAX

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	27 di 73

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	-25,44	-201,93	0,00	0,00	-443,34	MIN
54	11,62	-40,53	8,57	8,91	13,11	MAX
	-27,89	-172,05	-8,45	-23,22	-305,89	MIN
55	-3,81	-30,44	6,77	13,95	-16,10	MAX
	-5,25	-188,37	-5,29	-29,61	-260,90	MIN
56	0,87	-27,49	5,87	1,19	-39,30	MAX
	-3,84	-183,33	4,62	-13,26	-256,35	MIN
57	1,87	-24,08	-1,82	43,39	-18,24	MAX
	0,31	-74,09	-4,28	-48,74	-168,23	MIN
58	3,01	-20,26	-1,93	17,68	-31,49	MAX
	-1,82	-79,26	-7,64	-20,85	-207,83	MIN
59	13,55	-41,14	-1,55	179,56	-14,63	MAX
	-10,04	-54,57	-2,47	-202,22	-172,54	MIN
60	148,34	52,40	0,00	0,00	-10,78	MAX
	-128,57	-134,44	0,00	0,00	-179,49	MIN
61	13,55	-41,14	2,47	202,22	-14,63	MAX
	-10,04	-54,57	1,55	-179,56	-172,54	MIN
62	1,87	-24,08	4,28	48,74	-18,24	MAX
	0,31	-74,09	1,82	-43,39	-168,23	MIN
63	3,01	-20,26	7,64	20,85	-31,49	MAX
	-1,82	-79,26	1,93	-17,68	-207,83	MIN
64	12,52	-11,73	2,90	30,18	-18,64	MAX
	-4,38	-14,42	-7,22	-41,78	-75,63	MIN
65	1,85	-8,97	0,50	14,26	-21,24	MAX
	0,78	-16,30	-6,47	-23,06	-110,76	MIN
66	46,13	-1,16	5,30	22,11	-38,91	MAX
	-28,86	-22,73	-9,01	-30,68	-49,79	MIN
67	44,37	5,01	0,00	0,00	73,81	MAX
	-25,33	-32,47	0,00	0,00	-147,85	MIN
68	46,13	-1,16	9,01	30,68	-38,91	MAX
	-28,86	-22,73	-5,30	-22,11	-49,79	MIN
69	12,52	-11,73	7,22	41,78	-18,64	MAX
	-4,38	-14,42	-2,90	-30,18	-75,63	MIN
70	1,85	-8,97	6,47	23,06	-21,24	MAX
	0,78	-16,30	-0,50	-14,26	-110,76	MIN
71	17,87	3,90	2,01	6,72	-13,91	MAX
	-9,15	-4,21	-3,86	-21,79	-32,38	MIN
72	4,17	3,98	0,87	5,90	-14,18	MAX
	-2,10	-2,08	-3,74	-20,13	-56,77	MIN
73	33,95	3,44	3,03	8,91	-3,42	MAX
	-15,98	-5,84	-4,59	-20,01	-38,58	MIN
74	44,28	2,88	0,00	0,00	-16,70	MAX
	-22,01	-5,10	0,00	0,00	-30,25	MIN
75	33,95	3,44	4,59	20,01	-3,42	MAX
	-15,98	-5,84	-3,03	-8,91	-38,58	MIN
76	17,87	3,90	3,86	21,79	-13,91	MAX
	-9,15	-4,21	-2,01	-6,72	-32,38	MIN
77	4,17	3,98	3,74	20,13	-14,18	MAX
	-2,10	-2,08	-0,87	-5,90	-56,77	MIN

10.1.2 Armature di progetto paramento e piastra fondazione

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 piastra fondazione

Elemento	Armatura a flessione		Armatura a taglio
	A _{f1}	A _{f2}	A _t
Paramento	1φ22/20	1φ18/20	spilli φ14/40x40
Fondazione	1φ22/20	1φ22/20	φ18/20

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	28 di 73

A_t armatura a taglio.

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

10.1.3 Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione 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	sforzio normale agente espressa in [kN]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sforzio normale ultimo espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

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

Paramento

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	50	12,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	51	12,72	0,00	0,29	1,24	156,65	680,07	549.289
3	100	52	12,72	19,01	1,14	2,50	583,20	1274,88	509.820
4	100	53	12,72	19,01	2,58	3,79	498,10	730,96	192.984
5	100	54	12,72	19,01	4,60	5,10	461,46	511,41	100.292
6	100	55	12,72	19,01	7,21	6,44	446,38	398,46	61.920
7	100	56	12,72	19,01	10,41	7,80	440,24	329,70	42.293
8	100	57	12,72	19,01	14,21	9,18	438,67	283,47	30.877
9	100	58	12,72	19,01	18,61	10,59	439,75	250,29	23.635
10	100	59	12,72	19,01	23,61	12,02	442,51	225,33	18.740
11	100	60	12,72	19,01	29,23	13,48	446,40	205,90	15.272
12	100	61	12,72	19,01	35,46	14,96	451,08	190,35	12.720
13	100	62	12,72	19,01	42,32	16,47	456,28	177,60	10.782
14	100	63	12,72	19,01	49,80	18,00	461,52	166,85	9.268
15	100	64	12,72	19,01	57,91	19,56	467,13	157,77	8.066
16	100	65	12,72	19,01	66,67	21,14	473,00	149,98	7.094
17	100	66	12,72	19,01	76,09	22,75	479,10	143,22	6.297
18	100	67	12,72	19,01	86,17	24,38	485,38	137,30	5.633
19	100	68	12,72	19,01	96,94	26,03	491,81	132,06	5.073
20	100	69	12,72	19,01	108,39	27,71	498,35	127,39	4.598
21	100	70	12,72	19,01	120,55	29,41	505,00	123,21	4.189
22	100	71	12,72	19,01	133,41	31,14	511,74	119,45	3.836
23	100	72	12,72	19,01	146,97	32,89	518,56	116,05	3.528
24	100	73	12,72	19,01	161,26	34,67	525,44	112,96	3.258
25	100	74	12,72	19,01	176,28	36,47	532,38	110,14	3.020
26	100	75	12,72	19,01	192,02	38,29	539,38	107,56	2.809
27	100	76	12,72	19,01	208,51	40,14	546,42	105,20	2.621
28	100	77	12,72	19,01	225,74	42,02	553,51	103,03	2.452
29	100	78	12,72	19,01	243,73	43,92	560,63	101,02	2.300
30	100	79	12,72	19,01	262,47	45,84	567,78	99,16	2.163
31	100	80	12,72	19,01	281,99	47,79	574,97	97,44	2.039
32	100	81	12,72	19,01	302,28	49,76	582,18	95,84	1.926



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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	29 di 73

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
33	100	82	12,72	19,01	323,35	51,76	589,41	94,34	1.823
34	100	83	12,72	19,01	345,20	53,78	596,67	92,95	1.728
35	100	84	12,72	19,01	367,86	55,82	603,95	91,65	1.642
36	100	85	12,72	19,01	391,32	57,89	611,25	90,43	1.562
37	100	86	12,72	19,01	415,61	59,99	618,56	89,28	1.488
38	100	87	12,72	19,01	440,74	62,11	625,89	88,20	1.420
39	100	88	12,72	19,01	466,72	64,25	633,23	87,17	1.357
40	100	89	12,72	19,01	493,57	66,42	640,58	86,20	1.298
41	100	90	12,72	19,01	521,30	68,61	647,94	85,28	1.243
42	100	91	12,72	19,01	549,94	70,83	655,31	84,40	1.192
43	100	92	12,72	19,01	579,48	73,07	662,69	83,56	1.144
44	100	93	12,72	19,01	609,96	75,34	670,08	82,76	1.099
45	100	94	12,72	19,01	641,37	77,63	677,48	82,00	1.056
46	100	95	12,72	19,01	673,75	79,94	684,88	81,26	1.017

Fondazione

Is	Afi	Afs	Mp	Mn	Mu	FS
	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
1-1-P	7,63	7,63	0,75	-0,21	964,23	100.000 (1)
1-2-P	7,63	7,63	0,58	-1,21	964,23	100.000 (1)
1-3-P	7,63	7,63	0,43	-8,70	-964,23	97.629 (2)
1-4-P	7,63	7,63	0,01	-22,84	-964,23	46.459 (2)
1-5-P	7,63	7,63	0,08	-32,88	-964,23	32.264 (2)
1-6-P	7,63	7,63	0,00	-36,33	-964,23	29.203 (2)
1-7-P	7,63	7,63	0,08	-32,88	-964,23	32.264 (2)
1-8-P	7,63	7,63	0,01	-22,84	-964,23	46.459 (2)
1-9-P	7,63	7,63	0,43	-8,70	-964,23	97.629 (2)
1-10-P	7,63	7,63	0,58	-1,21	964,23	100.000 (1)
1-11-P	7,63	7,63	0,75	-0,21	964,23	100.000 (1)
2-1-P	7,63	7,63	3,00	0,00	964,23	100.000 (1)
2-2-P	7,63	7,63	11,08	0,00	964,23	96.366 (2)
2-3-P	7,63	7,63	15,72	0,00	964,23	67.809 (2)
2-4-P	7,63	7,63	22,75	-0,10	964,23	46.780 (2)
2-5-P	7,63	7,63	2,67	-38,08	-964,23	23.834 (2)
2-6-P	7,63	7,63	1,50	-132,97	-964,23	7.591 (2)
2-7-P	7,63	7,63	2,67	-38,08	-964,23	23.834 (2)
2-8-P	7,63	7,63	22,75	-0,10	964,23	46.780 (2)
2-9-P	7,63	7,63	15,72	0,00	964,23	67.809 (2)
2-10-P	7,63	7,63	11,08	0,00	964,23	96.366 (2)
2-11-P	7,63	7,63	3,00	0,00	964,23	100.000 (1)
4-1-P	10,18	10,18	1,38	-34,74	-1286,18	37.024 (3)
4-2-P	10,18	10,18	0,00	-42,63	-1286,18	30.172 (3)
4-3-P	10,18	10,18	0,00	-51,91	-1286,18	24.779 (3)
4-4-P	10,18	10,18	0,00	-61,20	-1286,18	21.017 (3)
4-5-P	10,18	10,18	0,00	-66,28	-1286,18	19.406 (3)
4-6-P	10,18	10,18	0,00	-69,25	-1286,18	18.573 (3)
4-7-P	10,18	10,18	0,00	-66,28	-1286,18	19.406 (3)
4-8-P	10,18	10,18	0,00	-61,20	-1286,18	21.017 (3)
4-9-P	10,18	10,18	0,00	-51,91	-1286,18	24.779 (3)
4-10-P	10,18	10,18	0,00	-42,63	-1286,18	30.172 (3)
4-11-P	10,18	10,18	1,38	-34,74	-1286,18	37.024 (3)
5-1-P	7,63	7,63	1,41	-0,28	-970,01	100.000 (1)
5-2-P	7,63	7,63	0,39	-1,06	970,01	100.000 (1)
5-3-P	7,63	7,63	0,00	-4,17	970,01	100.000 (1)
5-4-P	7,63	7,63	0,00	-11,08	970,01	100.000 (1)
5-5-P	7,63	7,63	29,75	-0,31	970,01	26.088 (3)
5-6-P	7,63	7,63	60,06	-1,22	970,01	13.844 (3)
5-7-P	7,63	7,63	29,75	-0,31	970,01	26.088 (3)
5-8-P	7,63	7,63	0,00	-11,08	970,01	100.000 (1)
5-9-P	7,63	7,63	0,00	-4,17	970,01	100.000 (1)
5-10-P	7,63	7,63	0,39	-1,06	970,01	100.000 (1)
5-11-P	7,63	7,63	1,41	-0,28	-970,01	100.000 (1)
6-1-P	10,18	10,18	0,70	-0,18	1286,18	100.000 (1)
6-2-P	10,18	10,18	0,08	-1,08	1286,18	100.000 (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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0118	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 30 di 73
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

Is	Afi	Afs	Mp	Mn	Mu	FS
	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
6-3-P	10,18	10,18	15,00	-0,33	1286,18	85.765 (3)
6-4-P	10,18	10,18	27,36	-0,17	1286,18	47.013 (3)
6-5-P	10,18	10,18	37,52	-0,05	1286,18	34.280 (3)
6-6-P	10,18	10,18	46,64	0,00	1286,18	27.580 (3)
6-7-P	10,18	10,18	37,52	-0,05	1286,18	34.280 (3)
6-8-P	10,18	10,18	27,36	-0,17	1286,18	47.013 (3)
6-9-P	10,18	10,18	15,00	-0,33	1286,18	85.765 (3)
6-10-P	10,18	10,18	0,08	-1,08	1286,18	100.000 (1)
6-11-P	10,18	10,18	0,70	-0,18	1286,18	100.000 (1)
7-1-S	15,21	15,21	0,33	-1,98	1903,85	100.000 (1)
7-2-S	15,21	15,21	0,02	-2,51	1903,85	100.000 (1)
7-3-S	15,21	15,21	0,88	-2,01	1903,85	100.000 (1)
7-4-S	15,21	15,21	4,71	-0,10	1903,85	100.000 (1)
7-5-S	15,21	15,21	34,43	0,00	1903,85	61.785 (2)
7-6-S	15,21	15,21	58,70	0,00	1903,85	36.185 (2)
7-7-S	15,21	15,21	0,00	-415,81	-1903,85	4.579 (3)
7-8-S	15,21	15,21	0,00	-339,61	-1903,85	5.606 (3)
7-9-S	15,21	15,21	0,00	-263,85	-1903,85	7.216 (3)
7-10-S	15,21	15,21	0,00	-203,53	-1903,85	9.354 (3)
7-11-S	15,21	15,21	0,00	-144,11	-1903,85	13.211 (3)
7-12-S	15,21	15,21	0,00	-98,45	-1903,85	19.338 (3)
7-13-S	15,21	15,21	0,01	-54,60	-1903,85	34.870 (3)
7-14-S	15,21	15,21	0,12	-31,12	-1903,85	61.182 (3)
7-15-S	15,21	15,21	0,00	-12,55	1903,85	100.000 (1)
7-16-S	15,21	15,21	0,00	-6,88	1903,85	100.000 (1)
7-17-S	15,21	15,21	0,22	-1,44	1903,85	100.000 (1)
8-1-S	11,40	11,40	2,75	-0,19	1437,00	100.000 (1)
8-2-S	11,40	11,40	17,20	-0,87	1437,00	55.250 (2)
8-3-S	11,40	11,40	2,19	-2,70	1437,00	100.000 (1)
8-4-S	11,40	11,40	0,00	-69,46	-1437,00	22.656 (2)
8-5-S	11,40	11,40	4,27	-73,16	-1437,00	15.355 (2)
8-6-S	11,40	11,40	153,18	0,00	1437,00	10.377 (2)
8-7-S	11,40	11,40	0,00	-438,64	-1437,00	3.276 (3)
8-8-S	11,40	11,40	0,00	-356,68	-1437,00	4.029 (3)
8-9-S	11,40	11,40	0,00	-275,19	-1437,00	5.222 (3)
8-10-S	11,40	11,40	0,00	-210,92	-1437,00	6.813 (3)
8-11-S	11,40	11,40	0,01	-145,91	-1437,00	9.848 (3)
8-12-S	11,40	11,40	0,00	-69,41	-1437,00	20.702 (3)
8-13-S	11,40	11,40	0,00	-69,30	-1437,00	63.448 (1)
8-14-S	11,40	11,40	0,00	-38,83	1437,00	100.000 (1)
8-15-S	11,40	11,40	0,00	-9,37	1437,00	100.000 (1)
8-16-S	11,40	11,40	0,00	-3,90	1437,00	100.000 (1)
8-17-S	11,40	11,40	1,65	-0,07	1437,00	100.000 (1)
9-1-S	15,21	15,21	0,33	-1,98	1903,85	100.000 (1)
9-2-S	15,21	15,21	0,02	-2,51	1903,85	100.000 (1)
9-3-S	15,21	15,21	0,88	-2,01	1903,85	100.000 (1)
9-4-S	15,21	15,21	4,71	-0,10	1903,85	100.000 (1)
9-5-S	15,21	15,21	34,43	0,00	1903,85	61.785 (2)
9-6-S	15,21	15,21	58,70	0,00	1903,85	36.185 (2)
9-7-S	15,21	15,21	0,00	-415,81	-1903,85	4.579 (3)
9-8-S	15,21	15,21	0,00	-339,61	-1903,85	5.606 (3)
9-9-S	15,21	15,21	0,00	-263,85	-1903,85	7.216 (3)
9-10-S	15,21	15,21	0,00	-203,53	-1903,85	9.354 (3)
9-11-S	15,21	15,21	0,00	-144,11	-1903,85	13.211 (3)
9-12-S	15,21	15,21	0,00	-98,45	-1903,85	19.338 (3)
9-13-S	15,21	15,21	0,01	-54,60	-1903,85	34.870 (3)
9-14-S	15,21	15,21	0,12	-31,12	-1903,85	61.182 (3)
9-15-S	15,21	15,21	0,00	-12,55	1903,85	100.000 (1)
9-16-S	15,21	15,21	0,00	-6,88	1903,85	100.000 (1)
9-17-S	15,21	15,21	0,22	-1,44	1903,85	100.000 (1)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is indice sezione
 Y ordinata sezione 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

Muro di sottoscarpia su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	31 di 73

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)

Paramento

n°	B	H	A _{sw}	cotgθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	50	0,00	--	0,00	0,00	175,53	0,00	100.000
2	100	51	0,00	--	0,00	0,00	177,48	5,77	30.740
3	100	52	0,00	--	0,00	0,00	243,18	11,60	20.971
4	100	53	0,00	--	0,00	0,00	245,72	17,47	14.068
5	100	54	0,00	--	0,00	0,00	248,25	23,39	10.615
6	100	55	0,00	--	0,00	0,00	250,77	29,35	8.543
7	100	56	0,00	--	0,00	0,00	253,27	35,37	7.160
8	100	57	0,00	--	0,00	0,00	255,76	41,44	6.172
9	100	58	0,00	--	0,00	0,00	258,23	47,55	5.431
10	100	59	0,00	--	0,00	0,00	260,69	53,71	4.854
11	100	60	0,00	--	0,00	0,00	263,14	59,92	4.391
12	100	61	0,00	--	0,00	0,00	265,57	66,18	4.013
13	100	62	0,00	--	0,00	0,00	268,00	72,49	3.697
14	100	63	0,00	--	0,00	0,00	270,41	78,87	3.429
15	100	64	0,00	--	0,00	0,00	272,82	85,33	3.197
16	100	65	0,00	--	0,00	0,00	275,21	91,90	2.995
17	100	66	0,00	--	0,00	0,00	277,59	98,62	2.815
18	100	67	0,00	--	0,00	0,00	279,96	105,45	2.655
19	100	68	0,00	--	0,00	0,00	282,32	112,39	2.512
20	100	69	0,00	--	0,00	0,00	284,68	119,42	2.384
21	100	70	0,00	--	0,00	0,00	287,02	126,51	2.269
22	100	71	0,00	--	0,00	0,00	289,36	133,68	2.165
23	100	72	0,00	--	0,00	0,00	291,68	140,92	2.070
24	100	73	0,00	--	0,00	0,00	294,00	148,23	1.983
25	100	74	0,00	--	0,00	0,00	296,31	155,61	1.904
26	100	75	0,00	--	0,00	0,00	298,62	163,06	1.831
27	100	76	0,00	--	0,00	0,00	300,91	170,58	1.764
28	100	77	0,00	--	0,00	0,00	303,20	178,18	1.702
29	100	78	0,00	--	0,00	0,00	305,48	185,84	1.644
30	100	79	0,00	--	0,00	0,00	307,76	193,58	1.590
31	100	80	0,00	--	0,00	0,00	310,02	201,39	1.539
32	100	81	0,00	--	0,00	0,00	312,29	209,26	1.492
33	100	82	0,00	--	0,00	0,00	314,54	217,21	1.448
34	100	83	0,00	--	0,00	0,00	316,79	225,22	1.407
35	100	84	0,00	--	0,00	0,00	319,03	233,34	1.367
36	100	85	0,00	--	0,00	0,00	321,27	241,62	1.330
37	100	86	0,00	--	0,00	0,00	323,50	250,04	1.294
38	100	87	0,00	--	0,00	0,00	325,73	258,62	1.259
39	100	88	0,00	--	0,00	0,00	327,95	267,34	1.227
40	100	89	0,00	--	0,00	0,00	330,17	276,22	1.195
41	100	90	0,00	--	0,00	0,00	332,38	285,24	1.165
42	100	91	0,00	--	0,00	0,00	334,59	294,41	1.136
43	100	92	0,00	--	0,00	0,00	336,79	303,73	1.109
44	100	93	0,00	--	0,00	0,00	338,99	313,19	1.082
45	100	94	0,00	--	0,00	0,00	341,18	322,81	1.057
46	100	95	0,00	--	0,00	0,00	343,37	332,57	1.032

Fondazione

Is	B	H	A _{sw}	cotg (θ)	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1-1-P	60	100	0,00	2.000	0,00	0,00	207,95	38,74	5.368 (1)
1-2-P	60	100	0,00	2.000	0,00	0,00	207,95	38,74	5.368 (1)
1-3-P	60	100	0,00	2.000	0,00	0,00	207,95	38,74	5.368 (1)
1-4-P	60	100	0,00	2.000	0,00	0,00	207,95	38,74	5.368 (1)
1-5-P	60	100	0,00	2.000	0,00	0,00	207,95	38,74	5.368 (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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	33 di 73

Is	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotg (θ)	V _{rcd} [kN]	V _{rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
7-16-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	25,03	11.080 (1)
7-17-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	25,03	11.080 (1)
8-1-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	39,73	6.979 (1)
8-2-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	39,73	6.979 (1)
8-3-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	39,73	6.979 (1)
8-4-S	80	100	7,63	2.500	2265,57	2394,12	2265,57	1312,45	1.726 (1)
8-5-S	80	100	7,63	2.500	2265,57	2394,12	2265,57	1312,45	1.726 (1)
8-6-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	24,97	11.103 (1)
8-7-S	80	100	2,54	2.500	2265,57	798,04	798,04	332,12	2.403 (1)
8-8-S	80	100	2,54	2.500	2265,57	798,04	798,04	332,12	2.403 (1)
8-9-S	80	100	2,54	2.500	2265,57	798,04	798,04	332,12	2.403 (1)
8-10-S	80	100	2,54	2.500	2265,57	798,04	798,04	332,12	2.403 (1)
8-11-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	10,72	25.862 (1)
8-12-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	215,86	1.285 (1)
8-13-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	215,86	1.285 (1)
8-14-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	215,86	1.285 (1)
8-15-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	215,86	1.285 (1)
8-16-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	215,86	1.285 (1)
8-17-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	215,86	1.285 (1)
9-1-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	98,38	2.818 (1)
9-2-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	98,38	2.818 (1)
9-3-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	98,38	2.818 (1)
9-4-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	98,38	2.818 (1)
9-5-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	270,19	1.026 (1)
9-6-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	270,19	1.026 (1)
9-7-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	177,21	1.565 (1)
9-8-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	177,21	1.565 (1)
9-9-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	177,21	1.565 (1)
9-10-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	177,21	1.565 (1)
9-11-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	177,21	1.565 (1)
9-12-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	25,03	11.080 (1)
9-13-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	25,03	11.080 (1)
9-14-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	25,03	11.080 (1)
9-15-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	25,03	11.080 (1)
9-16-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	25,03	11.080 (1)
9-17-S	80	100	0,00	2.000	0,00	0,00	277,28	25,03	11.080 (1)

10.1.4 Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione 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

Paramento

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

n°	B [cm]	H [cm]	A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σ _c [kPa]	σ _{fi} [kPa]	σ _{fs} [kPa]
1	100	50	12,72	0,00	0,00	0,00	0 (7)	0 (7)	0 (7)
2	100	51	12,72	0,00	0,02	1,24	3 (7)	0 (7)	39 (7)
3	100	52	12,72	19,01	0,10	2,50	6 (7)	41 (7)	92 (7)
4	100	53	12,72	19,01	0,22	3,79	11 (7)	45 (7)	154 (7)
5	100	54	12,72	19,01	0,41	5,10	16 (7)	37 (7)	226 (7)
6	100	55	12,72	19,01	0,66	6,44	22 (7)	18 (7)	310 (7)

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	34 di 73

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
7	100	56	12,72	19,01	0,97	7,80	29 (7)	21 (7)	406 (7)
8	100	57	12,72	19,01	1,35	9,18	38 (7)	89 (7)	519 (7)
9	100	58	12,72	19,01	1,81	10,59	48 (7)	197 (7)	650 (7)
10	100	59	12,72	19,01	2,34	12,02	59 (7)	353 (7)	799 (7)
11	100	60	12,72	19,01	2,96	13,48	72 (7)	562 (7)	966 (7)
12	100	61	12,72	19,01	3,65	14,96	87 (7)	830 (7)	1151 (7)
13	100	62	12,72	19,01	4,44	16,47	103 (7)	1158 (7)	1352 (7)
14	100	63	12,72	19,01	5,33	18,00	120 (7)	1549 (7)	1569 (7)
15	100	64	12,72	19,01	6,31	19,56	138 (7)	2006 (7)	1802 (7)
16	100	65	12,72	19,01	7,40	21,14	158 (7)	2531 (7)	2052 (7)
17	100	66	12,72	19,01	8,62	22,75	180 (7)	3134 (7)	2319 (7)
18	100	67	12,72	19,01	9,96	24,38	203 (7)	3818 (7)	2606 (7)
19	100	68	12,72	19,01	11,45	26,03	228 (7)	4590 (7)	2913 (7)
20	100	69	12,72	19,01	13,10	27,71	254 (7)	5453 (7)	3241 (7)
21	100	70	12,72	19,01	14,90	29,41	282 (7)	6409 (7)	3588 (7)
22	100	71	12,72	19,01	16,87	31,14	312 (7)	7458 (7)	3955 (7)
23	100	72	12,72	19,01	19,01	32,89	343 (7)	8600 (7)	4342 (7)
24	100	73	12,72	19,01	21,33	34,67	376 (7)	9837 (7)	4748 (7)
25	100	74	12,72	19,01	23,83	36,47	411 (7)	11169 (7)	5173 (7)
26	100	75	12,72	19,01	26,53	38,29	447 (7)	12596 (7)	5617 (7)
27	100	76	12,72	19,01	29,42	40,14	485 (7)	14119 (7)	6080 (7)
28	100	77	12,72	19,01	32,51	42,02	524 (7)	15739 (7)	6561 (7)
29	100	78	12,72	19,01	35,81	43,92	564 (7)	17455 (7)	7060 (7)
30	100	79	12,72	19,01	39,32	45,84	606 (7)	19267 (7)	7578 (7)
31	100	80	12,72	19,01	43,06	47,79	650 (7)	21178 (7)	8114 (7)
32	100	81	12,72	19,01	47,02	49,76	694 (7)	23186 (7)	8668 (7)
33	100	82	12,72	19,01	51,22	51,76	741 (7)	25291 (7)	9240 (7)
34	100	83	12,72	19,01	55,65	53,78	788 (7)	27495 (7)	9829 (7)
35	100	84	12,72	19,01	60,33	55,82	837 (7)	29797 (7)	10436 (7)
36	100	85	12,72	19,01	65,27	57,89	887 (7)	32203 (7)	11062 (7)
37	100	86	12,72	19,01	70,49	59,99	939 (7)	34719 (7)	11707 (7)
38	100	87	12,72	19,01	75,99	62,11	993 (7)	37349 (7)	12372 (7)
39	100	88	12,72	19,01	81,79	64,25	1048 (7)	40098 (7)	13059 (7)
40	100	89	12,72	19,01	87,91	66,42	1105 (7)	42972 (7)	13768 (7)
41	100	90	12,72	19,01	94,35	68,61	1163 (7)	45974 (7)	14500 (7)
42	100	91	12,72	19,01	101,14	70,83	1224 (7)	49108 (7)	15255 (7)
43	100	92	12,72	19,01	108,29	73,07	1286 (7)	52380 (7)	16034 (7)
44	100	93	12,72	19,01	115,81	75,34	1351 (7)	55792 (7)	16837 (7)
45	100	94	12,72	19,01	123,71	77,63	1417 (7)	59348 (7)	17666 (7)
46	100	95	12,72	19,01	132,01	79,94	1485 (7)	63052 (7)	18520 (7)

Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

19920

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

1255271

[kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-1-P	60	100	7,63	7,63	0,67	-0,18	16 (7)	1185 (7)	634 (7)
1-2-P	60	100	7,63	7,63	0,51	-1,06	25 (7)	1800 (7)	1869 (7)
1-3-P	60	100	7,63	7,63	0,15	-3,20	60 (7)	1074 (7)	4507 (7)
1-4-P	60	100	7,63	7,63	0,00	-8,45	158 (7)	1927 (7)	11908 (7)
1-5-P	60	100	7,63	7,63	0,03	-12,19	228 (7)	2779 (7)	17177 (7)
1-6-P	60	100	7,63	7,63	0,00	-13,47	252 (7)	3073 (7)	18993 (7)
1-7-P	60	100	7,63	7,63	0,03	-12,19	228 (7)	2779 (7)	17177 (7)
1-8-P	60	100	7,63	7,63	0,00	-8,45	158 (7)	1927 (7)	11908 (7)
1-9-P	60	100	7,63	7,63	0,15	-3,20	60 (7)	1074 (7)	4507 (7)
1-10-P	60	100	7,63	7,63	0,51	-1,06	25 (7)	1800 (7)	1869 (7)
1-11-P	60	100	7,63	7,63	0,67	-0,18	16 (7)	1185 (7)	634 (7)
2-1-P	60	100	7,63	7,63	2,47	0,00	46 (7)	3481 (7)	563 (7)
2-2-P	60	100	7,63	7,63	3,69	0,00	69 (7)	5196 (7)	841 (7)
2-3-P	60	100	7,63	7,63	5,36	0,00	100 (7)	7543 (7)	1220 (7)
2-4-P	60	100	7,63	7,63	7,97	-0,05	149 (7)	11220 (7)	1815 (7)
2-5-P	60	100	7,63	7,63	0,84	-14,61	319 (7)	4120 (7)	24043 (7)
2-6-P	60	100	7,63	7,63	0,50	-50,15	984 (7)	12010 (7)	74235 (7)
2-7-P	60	100	7,63	7,63	0,84	-14,61	319 (7)	4120 (7)	24043 (7)

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	35 di 73

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
2-8-P	60	100	7,63	7,63	7,97	-0,05	149 (7)	11220 (7)	1815 (7)
2-9-P	60	100	7,63	7,63	5,36	0,00	100 (7)	7543 (7)	1220 (7)
2-10-P	60	100	7,63	7,63	3,69	0,00	69 (7)	5196 (7)	841 (7)
2-11-P	60	100	7,63	7,63	2,47	0,00	46 (7)	3481 (7)	563 (7)
4-1-P	82	100	10,18	10,18	0,40	-4,81	67 (9)	994 (9)	5134 (9)
4-2-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-6,63	93 (9)	1131 (9)	7076 (9)
4-3-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-9,19	129 (9)	1568 (9)	9811 (9)
4-4-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-12,44	174 (9)	2123 (9)	13281 (9)
4-5-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-14,02	196 (9)	2393 (9)	14967 (9)
4-6-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-14,77	207 (9)	2520 (9)	15761 (9)
4-7-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-14,02	196 (9)	2393 (9)	14967 (9)
4-8-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-12,44	174 (9)	2123 (9)	13281 (9)
4-9-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-9,19	129 (9)	1568 (9)	9811 (9)
4-10-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-6,63	93 (9)	1131 (9)	7076 (9)
4-11-P	82	100	10,18	10,18	0,40	-4,81	67 (9)	994 (9)	5134 (9)
5-1-P	82	100	7,63	7,63	1,84	-0,29	29 (7)	2538 (7)	403 (7)
5-2-P	82	100	7,63	7,63	0,36	-0,70	11 (9)	854 (9)	990 (9)
5-3-P	82	100	7,63	7,63	0,00	-4,35	69 (7)	821 (7)	6083 (7)
5-4-P	82	100	7,63	7,63	0,00	-12,69	202 (7)	2385 (7)	17675 (7)
5-5-P	82	100	7,63	7,63	0,00	-33,68	534 (7)	6312 (7)	46782 (7)
5-6-P	82	100	7,63	7,63	0,00	-60,96	965 (7)	11413 (7)	84586 (7)
5-7-P	82	100	7,63	7,63	0,00	-33,68	534 (7)	6312 (7)	46782 (7)
5-8-P	82	100	7,63	7,63	0,00	-12,69	202 (7)	2385 (7)	17675 (7)
5-9-P	82	100	7,63	7,63	0,00	-4,35	69 (7)	821 (7)	6083 (7)
5-10-P	82	100	7,63	7,63	0,36	-0,70	11 (9)	854 (9)	990 (9)
5-11-P	82	100	7,63	7,63	1,84	-0,29	29 (7)	2538 (7)	403 (7)
6-1-P	82	100	10,18	10,18	0,53	-0,39	12 (7)	943 (7)	397 (7)
6-2-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-2,52	34 (7)	413 (7)	2586 (7)
6-3-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-7,13	97 (7)	1179 (7)	7372 (7)
6-4-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-15,63	213 (7)	2593 (7)	16218 (7)
6-5-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-23,16	316 (7)	3846 (7)	24058 (7)
6-6-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-30,20	412 (7)	5019 (7)	31398 (7)
6-7-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-23,16	316 (7)	3846 (7)	24058 (7)
6-8-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-15,63	213 (7)	2593 (7)	16218 (7)
6-9-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-7,13	97 (7)	1179 (7)	7372 (7)
6-10-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-2,52	34 (7)	413 (7)	2586 (7)
6-11-P	82	100	10,18	10,18	0,53	-0,39	12 (7)	943 (7)	397 (7)
7-1-S	80	100	15,21	15,21	0,29	-1,75	20 (7)	1039 (7)	1246 (7)
7-2-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-2,37	27 (7)	344 (7)	1694 (7)
7-3-S	80	100	15,21	15,21	0,50	-1,96	56 (7)	710 (7)	3499 (7)
7-4-S	80	100	15,21	15,21	3,33	-0,27	38 (9)	2393 (9)	956 (9)
7-5-S	80	100	15,21	15,21	9,44	0,00	108 (7)	6692 (7)	1357 (7)
7-6-S	80	100	15,21	15,21	16,71	0,00	191 (7)	11849 (7)	2403 (7)
7-7-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-51,14	592 (9)	7463 (9)	36803 (9)
7-8-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-40,44	468 (9)	5901 (9)	29101 (9)
7-9-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-29,98	347 (9)	4376 (9)	21578 (9)
7-10-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-28,45	329 (9)	4152 (9)	20477 (9)
7-11-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-26,83	310 (9)	3916 (9)	19309 (9)
7-12-S	80	100	15,21	15,21	0,01	-24,40	282 (9)	3561 (9)	17560 (9)
7-13-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-21,71	251 (9)	3169 (9)	15627 (9)
7-14-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-16,18	187 (9)	2361 (9)	11644 (9)
7-15-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-10,71	124 (7)	1560 (7)	7691 (7)
7-16-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-6,10	70 (7)	886 (7)	4371 (7)
7-17-S	80	100	15,21	15,21	0,37	-1,86	21 (7)	1296 (7)	1310 (7)
8-1-S	80	100	11,40	11,40	2,43	-0,17	32 (7)	2295 (7)	396 (7)
8-2-S	80	100	11,40	11,40	6,20	-0,46	137 (7)	9758 (7)	1685 (7)
8-3-S	80	100	11,40	11,40	1,65	-2,57	36 (7)	2581 (7)	2432 (7)
8-4-S	80	100	11,40	11,40	0,00	-27,83	369 (7)	4549 (7)	26345 (7)
8-5-S	80	100	11,40	11,40	0,94	-29,56	549 (7)	6765 (7)	39178 (7)
8-6-S	80	100	11,40	11,40	51,69	0,00	683 (7)	48789 (7)	8424 (7)
8-7-S	80	100	11,40	11,40	0,00	-44,40	594 (9)	7321 (9)	42397 (9)
8-8-S	80	100	11,40	11,40	0,00	-35,31	472 (9)	5821 (9)	33711 (9)
8-9-S	80	100	11,40	11,40	0,00	-26,41	353 (9)	4354 (9)	25217 (9)
8-10-S	80	100	11,40	11,40	0,00	-24,48	327 (9)	4036 (9)	23377 (9)
8-11-S	80	100	11,40	11,40	0,00	-24,01	321 (9)	3958 (9)	22925 (9)

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	36 di 73

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
8-12-S	80	100	11,40	11,40	0,00	-48,50	649 (9)	7995 (9)	46305 (9)
8-13-S	80	100	11,40	11,40	0,00	-67,78	897 (7)	11063 (7)	64071 (7)
8-14-S	80	100	11,40	11,40	0,00	-36,72	487 (7)	6005 (7)	34776 (7)
8-15-S	80	100	11,40	11,40	0,73	-7,14	96 (9)	3508 (9)	6821 (9)
8-16-S	80	100	11,40	11,40	0,59	-2,57	40 (9)	2821 (9)	2455 (9)
8-17-S	80	100	11,40	11,40	2,61	-0,09	34 (7)	2424 (7)	419 (7)
9-1-S	80	100	15,21	15,21	0,29	-1,75	20 (7)	1039 (7)	1246 (7)
9-2-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-2,37	27 (7)	344 (7)	1694 (7)
9-3-S	80	100	15,21	15,21	0,50	-1,96	56 (7)	710 (7)	3499 (7)
9-4-S	80	100	15,21	15,21	3,33	-0,27	38 (9)	2393 (9)	956 (9)
9-5-S	80	100	15,21	15,21	9,44	0,00	108 (7)	6692 (7)	1357 (7)
9-6-S	80	100	15,21	15,21	16,71	0,00	191 (7)	11849 (7)	2403 (7)
9-7-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-51,14	592 (9)	7463 (9)	36803 (9)
9-8-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-40,44	468 (9)	5901 (9)	29101 (9)
9-9-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-29,98	347 (9)	4376 (9)	21578 (9)
9-10-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-28,45	329 (9)	4152 (9)	20477 (9)
9-11-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-26,83	310 (9)	3916 (9)	19309 (9)
9-12-S	80	100	15,21	15,21	0,01	-24,40	282 (9)	3561 (9)	17560 (9)
9-13-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-21,71	251 (9)	3169 (9)	15627 (9)
9-14-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-16,18	187 (9)	2361 (9)	11644 (9)
9-15-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-10,71	124 (7)	1560 (7)	7691 (7)
9-16-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-6,10	70 (7)	886 (7)	4371 (7)
9-17-S	80	100	15,21	15,21	0,37	-1,86	21 (7)	1296 (7)	1310 (7)

Combinazioni SLEQ

Paramento

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	100	50	12,72	0,00	0,00	0,00	0 (9)	0 (9)	0 (9)
2	100	51	12,72	0,00	0,02	1,24	3 (9)	0 (9)	39 (9)
3	100	52	12,72	19,01	0,10	2,50	6 (9)	41 (9)	92 (9)
4	100	53	12,72	19,01	0,22	3,79	11 (9)	45 (9)	154 (9)
5	100	54	12,72	19,01	0,41	5,10	16 (9)	37 (9)	226 (9)
6	100	55	12,72	19,01	0,66	6,44	22 (9)	18 (9)	310 (9)
7	100	56	12,72	19,01	0,97	7,80	29 (9)	21 (9)	406 (9)
8	100	57	12,72	19,01	1,35	9,18	38 (9)	89 (9)	519 (9)
9	100	58	12,72	19,01	1,81	10,59	48 (9)	197 (9)	650 (9)
10	100	59	12,72	19,01	2,34	12,02	59 (9)	353 (9)	799 (9)
11	100	60	12,72	19,01	2,96	13,48	72 (9)	562 (9)	966 (9)
12	100	61	12,72	19,01	3,65	14,96	87 (9)	830 (9)	1151 (9)
13	100	62	12,72	19,01	4,44	16,47	103 (9)	1158 (9)	1352 (9)
14	100	63	12,72	19,01	5,33	18,00	120 (9)	1549 (9)	1569 (9)
15	100	64	12,72	19,01	6,31	19,56	138 (9)	2006 (9)	1802 (9)
16	100	65	12,72	19,01	7,40	21,14	158 (9)	2531 (9)	2052 (9)
17	100	66	12,72	19,01	8,62	22,75	180 (9)	3134 (9)	2319 (9)
18	100	67	12,72	19,01	9,96	24,38	203 (9)	3818 (9)	2606 (9)
19	100	68	12,72	19,01	11,45	26,03	228 (9)	4590 (9)	2913 (9)
20	100	69	12,72	19,01	13,10	27,71	254 (9)	5453 (9)	3241 (9)
21	100	70	12,72	19,01	14,90	29,41	282 (9)	6409 (9)	3588 (9)
22	100	71	12,72	19,01	16,87	31,14	312 (9)	7458 (9)	3955 (9)
23	100	72	12,72	19,01	19,01	32,89	343 (9)	8600 (9)	4342 (9)
24	100	73	12,72	19,01	21,33	34,67	376 (9)	9837 (9)	4748 (9)
25	100	74	12,72	19,01	23,83	36,47	411 (9)	11169 (9)	5173 (9)
26	100	75	12,72	19,01	26,53	38,29	447 (9)	12596 (9)	5617 (9)
27	100	76	12,72	19,01	29,42	40,14	485 (9)	14119 (9)	6080 (9)
28	100	77	12,72	19,01	32,51	42,02	524 (9)	15739 (9)	6561 (9)
29	100	78	12,72	19,01	35,81	43,92	564 (9)	17455 (9)	7060 (9)
30	100	79	12,72	19,01	39,32	45,84	606 (9)	19267 (9)	7578 (9)
31	100	80	12,72	19,01	43,06	47,79	650 (9)	21178 (9)	8114 (9)
32	100	81	12,72	19,01	47,02	49,76	694 (9)	23186 (9)	8668 (9)
33	100	82	12,72	19,01	51,22	51,76	741 (9)	25291 (9)	9240 (9)
34	100	83	12,72	19,01	55,65	53,78	788 (9)	27495 (9)	9829 (9)

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	37 di 73

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	ofi	ofs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
35	100	84	12,72	19,01	60,33	55,82	837 (9)	29797 (9)	10436 (9)
36	100	85	12,72	19,01	65,27	57,89	887 (9)	32203 (9)	11062 (9)
37	100	86	12,72	19,01	70,49	59,99	939 (9)	34719 (9)	11707 (9)
38	100	87	12,72	19,01	75,99	62,11	993 (9)	37349 (9)	12372 (9)
39	100	88	12,72	19,01	81,79	64,25	1048 (9)	40098 (9)	13059 (9)
40	100	89	12,72	19,01	87,91	66,42	1105 (9)	42972 (9)	13768 (9)
41	100	90	12,72	19,01	94,35	68,61	1163 (9)	45974 (9)	14500 (9)
42	100	91	12,72	19,01	101,14	70,83	1224 (9)	49108 (9)	15255 (9)
43	100	92	12,72	19,01	108,29	73,07	1286 (9)	52380 (9)	16034 (9)
44	100	93	12,72	19,01	115,81	75,34	1351 (9)	55792 (9)	16837 (9)
45	100	94	12,72	19,01	123,71	77,63	1417 (9)	59348 (9)	17666 (9)
46	100	95	12,72	19,01	132,01	79,94	1485 (9)	63052 (9)	18520 (9)

Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

14940

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

1569089

[kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	ofi	ofs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-1-P	60	100	7,63	7,63	0,67	-0,18	16 (7)	1185 (7)	634 (7)
1-2-P	60	100	7,63	7,63	0,51	-1,06	25 (7)	1800 (7)	1869 (7)
1-3-P	60	100	7,63	7,63	0,15	-3,20	60 (7)	1074 (7)	4507 (7)
1-4-P	60	100	7,63	7,63	0,00	-8,45	158 (7)	1927 (7)	11908 (7)
1-5-P	60	100	7,63	7,63	0,03	-12,19	228 (7)	2779 (7)	17177 (7)
1-6-P	60	100	7,63	7,63	0,00	-13,47	252 (7)	3073 (7)	18993 (7)
1-7-P	60	100	7,63	7,63	0,03	-12,19	228 (7)	2779 (7)	17177 (7)
1-8-P	60	100	7,63	7,63	0,00	-8,45	158 (7)	1927 (7)	11908 (7)
1-9-P	60	100	7,63	7,63	0,15	-3,20	60 (7)	1074 (7)	4507 (7)
1-10-P	60	100	7,63	7,63	0,51	-1,06	25 (7)	1800 (7)	1869 (7)
1-11-P	60	100	7,63	7,63	0,67	-0,18	16 (7)	1185 (7)	634 (7)
2-1-P	60	100	7,63	7,63	2,47	0,00	46 (7)	3481 (7)	563 (7)
2-2-P	60	100	7,63	7,63	3,69	0,00	69 (7)	5196 (7)	841 (7)
2-3-P	60	100	7,63	7,63	5,36	0,00	100 (7)	7543 (7)	1220 (7)
2-4-P	60	100	7,63	7,63	7,97	-0,05	149 (7)	11220 (7)	1815 (7)
2-5-P	60	100	7,63	7,63	0,84	-14,61	319 (7)	4120 (7)	24043 (7)
2-6-P	60	100	7,63	7,63	0,50	-50,15	984 (7)	12010 (7)	74235 (7)
2-7-P	60	100	7,63	7,63	0,84	-14,61	319 (7)	4120 (7)	24043 (7)
2-8-P	60	100	7,63	7,63	7,97	-0,05	149 (7)	11220 (7)	1815 (7)
2-9-P	60	100	7,63	7,63	5,36	0,00	100 (7)	7543 (7)	1220 (7)
2-10-P	60	100	7,63	7,63	3,69	0,00	69 (7)	5196 (7)	841 (7)
2-11-P	60	100	7,63	7,63	2,47	0,00	46 (7)	3481 (7)	563 (7)
4-1-P	82	100	10,18	10,18	0,40	-4,81	67 (9)	994 (9)	5134 (9)
4-2-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-6,63	93 (9)	1131 (9)	7076 (9)
4-3-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-9,19	129 (9)	1568 (9)	9811 (9)
4-4-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-12,44	174 (9)	2123 (9)	13281 (9)
4-5-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-14,02	196 (9)	2393 (9)	14967 (9)
4-6-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-14,77	207 (9)	2520 (9)	15761 (9)
4-7-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-14,02	196 (9)	2393 (9)	14967 (9)
4-8-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-12,44	174 (9)	2123 (9)	13281 (9)
4-9-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-9,19	129 (9)	1568 (9)	9811 (9)
4-10-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-6,63	93 (9)	1131 (9)	7076 (9)
4-11-P	82	100	10,18	10,18	0,40	-4,81	67 (9)	994 (9)	5134 (9)
5-1-P	82	100	7,63	7,63	1,84	-0,29	29 (7)	2538 (7)	403 (7)
5-2-P	82	100	7,63	7,63	0,36	-0,70	11 (9)	854 (9)	990 (9)
5-3-P	82	100	7,63	7,63	0,00	-4,35	69 (7)	821 (7)	6083 (7)
5-4-P	82	100	7,63	7,63	0,00	-12,69	202 (7)	2385 (7)	17675 (7)
5-5-P	82	100	7,63	7,63	0,00	-33,68	534 (7)	6312 (7)	46782 (7)
5-6-P	82	100	7,63	7,63	0,00	-60,96	965 (7)	11413 (7)	84586 (7)
5-7-P	82	100	7,63	7,63	0,00	-33,68	534 (7)	6312 (7)	46782 (7)
5-8-P	82	100	7,63	7,63	0,00	-12,69	202 (7)	2385 (7)	17675 (7)
5-9-P	82	100	7,63	7,63	0,00	-4,35	69 (7)	821 (7)	6083 (7)
5-10-P	82	100	7,63	7,63	0,36	-0,70	11 (9)	854 (9)	990 (9)
5-11-P	82	100	7,63	7,63	1,84	-0,29	29 (7)	2538 (7)	403 (7)
6-1-P	82	100	10,18	10,18	0,53	-0,39	12 (7)	943 (7)	397 (7)
6-2-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-2,52	34 (7)	413 (7)	2586 (7)

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	38 di 73

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
6-3-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-7,13	97 (7)	1179 (7)	7372 (7)
6-4-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-15,63	213 (7)	2593 (7)	16218 (7)
6-5-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-23,16	316 (7)	3846 (7)	24058 (7)
6-6-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-30,20	412 (7)	5019 (7)	31398 (7)
6-7-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-23,16	316 (7)	3846 (7)	24058 (7)
6-8-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-15,63	213 (7)	2593 (7)	16218 (7)
6-9-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-7,13	97 (7)	1179 (7)	7372 (7)
6-10-P	82	100	10,18	10,18	0,00	-2,52	34 (7)	413 (7)	2586 (7)
6-11-P	82	100	10,18	10,18	0,53	-0,39	12 (7)	943 (7)	397 (7)
7-1-S	80	100	15,21	15,21	0,29	-1,75	20 (7)	1039 (7)	1246 (7)
7-2-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-2,37	27 (7)	344 (7)	1694 (7)
7-3-S	80	100	15,21	15,21	0,50	-1,96	56 (7)	710 (7)	3499 (7)
7-4-S	80	100	15,21	15,21	3,33	-0,27	38 (9)	2393 (9)	956 (9)
7-5-S	80	100	15,21	15,21	9,44	0,00	108 (7)	6692 (7)	1357 (7)
7-6-S	80	100	15,21	15,21	16,71	0,00	191 (7)	11849 (7)	2403 (7)
7-7-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-51,14	592 (9)	7463 (9)	36803 (9)
7-8-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-40,44	468 (9)	5901 (9)	29101 (9)
7-9-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-29,98	347 (9)	4376 (9)	21578 (9)
7-10-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-28,45	329 (9)	4152 (9)	20477 (9)
7-11-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-26,83	310 (9)	3916 (9)	19309 (9)
7-12-S	80	100	15,21	15,21	0,01	-24,40	282 (9)	3561 (9)	17560 (9)
7-13-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-21,71	251 (9)	3169 (9)	15627 (9)
7-14-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-16,18	187 (9)	2361 (9)	11644 (9)
7-15-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-10,71	124 (7)	1560 (7)	7691 (7)
7-16-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-6,10	70 (7)	886 (7)	4371 (7)
7-17-S	80	100	15,21	15,21	0,37	-1,86	21 (7)	1296 (7)	1310 (7)
8-1-S	80	100	11,40	11,40	2,43	-0,17	32 (7)	2295 (7)	396 (7)
8-2-S	80	100	11,40	11,40	6,20	-0,46	137 (7)	9758 (7)	1685 (7)
8-3-S	80	100	11,40	11,40	1,65	-2,57	36 (7)	2581 (7)	2432 (7)
8-4-S	80	100	11,40	11,40	0,00	-27,83	369 (7)	4549 (7)	26345 (7)
8-5-S	80	100	11,40	11,40	0,94	-29,56	549 (7)	6765 (7)	39178 (7)
8-6-S	80	100	11,40	11,40	51,69	0,00	683 (7)	48789 (7)	8424 (7)
8-7-S	80	100	11,40	11,40	0,00	-44,40	594 (9)	7321 (9)	42397 (9)
8-8-S	80	100	11,40	11,40	0,00	-35,31	472 (9)	5821 (9)	33711 (9)
8-9-S	80	100	11,40	11,40	0,00	-26,41	353 (9)	4354 (9)	25217 (9)
8-10-S	80	100	11,40	11,40	0,00	-24,48	327 (9)	4036 (9)	23377 (9)
8-11-S	80	100	11,40	11,40	0,00	-24,01	321 (9)	3958 (9)	22925 (9)
8-12-S	80	100	11,40	11,40	0,00	-48,50	649 (9)	7995 (9)	46305 (9)
8-13-S	80	100	11,40	11,40	0,00	-67,78	897 (7)	11063 (7)	64071 (7)
8-14-S	80	100	11,40	11,40	0,00	-36,72	487 (7)	6005 (7)	34776 (7)
8-15-S	80	100	11,40	11,40	0,73	-7,14	96 (9)	3508 (9)	6821 (9)
8-16-S	80	100	11,40	11,40	0,59	-2,57	40 (9)	2821 (9)	2455 (9)
8-17-S	80	100	11,40	11,40	2,61	-0,09	34 (7)	2424 (7)	419 (7)
9-1-S	80	100	15,21	15,21	0,29	-1,75	20 (7)	1039 (7)	1246 (7)
9-2-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-2,37	27 (7)	344 (7)	1694 (7)
9-3-S	80	100	15,21	15,21	0,50	-1,96	56 (7)	710 (7)	3499 (7)
9-4-S	80	100	15,21	15,21	3,33	-0,27	38 (9)	2393 (9)	956 (9)
9-5-S	80	100	15,21	15,21	9,44	0,00	108 (7)	6692 (7)	1357 (7)
9-6-S	80	100	15,21	15,21	16,71	0,00	191 (7)	11849 (7)	2403 (7)
9-7-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-51,14	592 (9)	7463 (9)	36803 (9)
9-8-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-40,44	468 (9)	5901 (9)	29101 (9)
9-9-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-29,98	347 (9)	4376 (9)	21578 (9)
9-10-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-28,45	329 (9)	4152 (9)	20477 (9)
9-11-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-26,83	310 (9)	3916 (9)	19309 (9)
9-12-S	80	100	15,21	15,21	0,01	-24,40	282 (9)	3561 (9)	17560 (9)
9-13-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-21,71	251 (9)	3169 (9)	15627 (9)
9-14-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-16,18	187 (9)	2361 (9)	11644 (9)
9-15-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-10,71	124 (7)	1560 (7)	7691 (7)
9-16-S	80	100	15,21	15,21	0,00	-6,10	70 (7)	886 (7)	4371 (7)
9-17-S	80	100	15,21	15,21	0,37	-1,86	21 (7)	1296 (7)	1310 (7)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

n° indice sezione
 Y ordinata sezione 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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	39 di 73

B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona testa 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

Paramento

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 (8)
2	100	51	0,00	0,00	0,02	30,11	0,000000	0,00	0,000 (8)
3	100	52	0,00	0,00	0,10	102,23	0,000000	0,00	0,000 (8)
4	100	53	0,00	0,00	0,22	247,89	0,000000	0,00	0,000 (8)
5	100	54	0,00	0,00	0,41	775,39	0,000000	0,00	0,000 (8)
6	100	55	0,00	0,00	0,66	3814,37	0,000000	0,00	0,000 (8)
7	100	56	0,00	0,00	0,97	816,81	0,000000	0,00	0,000 (8)
8	100	57	19,01	558,81	1,35	539,31	0,000000	0,00	0,000 (8)
9	100	58	19,01	781,26	1,81	438,52	0,000000	0,00	0,000 (8)
10	100	59	19,01	980,24	2,34	388,55	0,000000	0,00	0,000 (8)
11	100	60	19,01	1155,77	2,96	360,17	0,000000	0,00	0,000 (8)
12	100	61	19,01	1309,83	3,65	342,99	0,000000	0,00	0,000 (8)
13	100	62	19,01	1445,37	4,44	332,38	0,000000	0,00	0,000 (8)
14	100	63	19,01	1565,76	5,33	325,95	0,000000	0,00	0,000 (8)
15	100	64	19,01	1674,20	6,31	322,30	0,000000	0,00	0,000 (8)
16	100	65	19,01	1773,38	7,40	320,57	0,000000	0,00	0,000 (8)
17	100	66	19,01	1865,64	8,62	320,19	0,000000	0,00	0,000 (8)
18	100	67	19,01	1952,24	9,96	320,84	0,000000	0,00	0,000 (8)
19	100	68	19,01	2034,17	11,45	322,30	0,000000	0,00	0,000 (8)
20	100	69	19,01	2112,01	13,10	324,46	0,000000	0,00	0,000 (8)
21	100	70	19,01	2186,18	14,90	327,24	0,000000	0,00	0,000 (8)
22	100	71	19,01	2257,07	16,87	330,56	0,000000	0,00	0,000 (8)
23	100	72	19,01	2325,08	19,01	334,36	0,000000	0,00	0,000 (8)
24	100	73	19,01	2390,58	21,33	338,59	0,000000	0,00	0,000 (8)
25	100	74	19,01	2453,88	23,83	343,21	0,000000	0,00	0,000 (8)
26	100	75	19,01	2515,26	26,53	348,16	0,000000	0,00	0,000 (8)
27	100	76	19,01	2574,96	29,42	353,43	0,000000	0,00	0,000 (8)
28	100	77	19,01	2633,19	32,51	358,98	0,000000	0,00	0,000 (8)
29	100	78	19,01	2690,12	35,81	364,80	0,000000	0,00	0,000 (8)
30	100	79	19,01	2745,92	39,32	370,84	0,000000	0,00	0,000 (8)
31	100	80	19,01	2800,72	43,06	377,11	0,000000	0,00	0,000 (8)
32	100	81	19,01	2854,63	47,02	383,59	0,000000	0,00	0,000 (8)
33	100	82	19,01	2907,75	51,22	390,26	0,000000	0,00	0,000 (8)
34	100	83	19,01	2960,16	55,65	397,11	0,000000	0,00	0,000 (8)
35	100	84	19,01	3011,95	60,33	404,13	0,000000	0,00	0,000 (8)
36	100	85	19,01	3063,22	65,27	411,30	0,000000	0,00	0,000 (8)
37	100	86	19,01	3114,05	70,49	418,62	0,000000	0,00	0,000 (8)
38	100	87	19,01	3164,51	75,99	426,08	0,000000	0,00	0,000 (8)
39	100	88	19,01	3214,65	81,79	433,66	0,000000	0,00	0,000 (8)
40	100	89	19,01	3264,50	87,91	441,36	0,000000	0,00	0,000 (8)
41	100	90	19,01	3314,11	94,35	449,18	0,000000	0,00	0,000 (8)
42	100	91	19,01	3363,48	101,14	457,11	0,000000	0,00	0,000 (8)
43	100	92	19,01	3412,66	108,29	465,15	0,000000	0,00	0,000 (8)
44	100	93	19,01	3461,65	115,81	473,30	0,000000	0,00	0,000 (8)
45	100	94	19,01	3510,46	123,71	481,56	0,000000	0,00	0,000 (8)
46	100	95	19,01	3559,12	132,01	489,92	0,000000	0,00	0,000 (8)

Piastra fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	60	100	7,63	1582,85	0,67	344,46	0,000000	0,00	0,000

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0118	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 40 di 73
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1-2-P	60	100	7,63	1582,85	-1,06	344,46	0,000000	0,00	0,000
1-3-P	60	100	7,63	1582,85	-3,18	344,46	0,000000	0,00	0,000
1-4-P	60	100	0,00	0,00	-8,41	0,00	0,000000	0,00	0,000
1-5-P	60	100	0,00	0,00	-12,13	0,00	0,000000	0,00	0,000
1-6-P	60	100	7,63	2517,13	-13,41	-344,46	0,000000	0,00	0,000
1-7-P	60	100	0,00	0,00	-12,13	0,00	0,000000	0,00	0,000
1-8-P	60	100	0,00	0,00	-8,41	0,00	0,000000	0,00	0,000
1-9-P	60	100	7,63	1582,85	-3,18	344,46	0,000000	0,00	0,000
1-10-P	60	100	7,63	1582,85	-1,06	344,46	0,000000	0,00	0,000
1-11-P	60	100	7,63	1582,85	0,67	344,46	0,000000	0,00	0,000
2-1-P	60	100	7,63	1582,96	2,46	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-2-P	60	100	7,63	1582,96	3,67	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-3-P	60	100	7,63	1582,96	5,33	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-4-P	60	100	7,63	1582,96	7,93	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-5-P	60	100	7,63	1582,96	-14,55	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-6-P	60	100	7,63	1582,96	-49,91	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-7-P	60	100	7,63	1582,96	-14,55	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-8-P	60	100	7,63	1582,96	7,93	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-9-P	60	100	7,63	1582,96	5,33	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-10-P	60	100	7,63	1582,96	3,67	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-11-P	60	100	7,63	1582,96	2,46	344,48	0,000000	0,00	0,000
4-1-P	82	100	10,18	2450,00	-4,58	468,00	0,000000	0,00	0,000
4-2-P	82	100	10,18	3431,79	-6,34	-468,00	0,000000	0,00	0,000
4-3-P	82	100	10,18	3431,79	-8,84	-468,00	0,000000	0,00	0,000
4-4-P	82	100	10,18	3431,79	-12,05	-468,00	0,000000	0,00	0,000
4-5-P	82	100	10,18	3431,79	-13,60	-468,00	0,000000	0,00	0,000
4-6-P	82	100	10,18	3431,79	-14,32	-468,00	0,000000	0,00	0,000
4-7-P	82	100	10,18	3431,79	-13,60	-468,00	0,000000	0,00	0,000
4-8-P	82	100	10,18	3431,79	-12,05	-468,00	0,000000	0,00	0,000
4-9-P	82	100	10,18	3431,79	-8,84	-468,00	0,000000	0,00	0,000
4-10-P	82	100	10,18	3431,79	-6,34	-468,00	0,000000	0,00	0,000
4-11-P	82	100	10,18	2450,00	-4,58	468,00	0,000000	0,00	0,000
5-1-P	82	100	7,63	2154,59	1,83	457,45	0,000000	0,00	0,000
5-2-P	82	100	7,63	2154,59	-0,69	457,45	0,000000	0,00	0,000
5-3-P	82	100	7,63	3504,52	-4,34	-457,45	0,000000	0,00	0,000
5-4-P	82	100	7,63	3504,52	-12,65	-457,45	0,000000	0,00	0,000
5-5-P	82	100	7,63	3504,52	-33,55	-457,45	0,000000	0,00	0,000
5-6-P	82	100	7,63	3504,52	-60,70	-457,45	0,000000	0,00	0,000
5-7-P	82	100	7,63	3504,52	-33,55	-457,45	0,000000	0,00	0,000
5-8-P	82	100	7,63	3504,52	-12,65	-457,45	0,000000	0,00	0,000
5-9-P	82	100	7,63	3504,52	-4,34	-457,45	0,000000	0,00	0,000
5-10-P	82	100	7,63	2154,59	-0,69	457,45	0,000000	0,00	0,000
5-11-P	82	100	7,63	2154,59	1,83	457,45	0,000000	0,00	0,000
6-1-P	82	100	10,18	2450,00	0,53	468,00	0,000000	0,00	0,000
6-2-P	82	100	10,18	3431,79	-2,50	-468,00	0,000000	0,00	0,000
6-3-P	82	100	10,18	3431,79	-7,08	-468,00	0,000000	0,00	0,000
6-4-P	82	100	10,18	3431,79	-15,54	-468,00	0,000000	0,00	0,000
6-5-P	82	100	0,00	0,00	-23,03	0,00	0,000000	0,00	0,000
6-6-P	82	100	10,18	3431,79	-30,04	-468,00	0,000000	0,00	0,000
6-7-P	82	100	0,00	0,00	-23,03	0,00	0,000000	0,00	0,000
6-8-P	82	100	10,18	3431,79	-15,54	-468,00	0,000000	0,00	0,000
6-9-P	82	100	10,18	3431,79	-7,08	-468,00	0,000000	0,00	0,000
6-10-P	82	100	10,18	3431,79	-2,50	-468,00	0,000000	0,00	0,000
6-11-P	82	100	10,18	2450,00	0,53	468,00	0,000000	0,00	0,000
7-1-S	80	100	15,21	2880,00	-1,74	480,15	0,000000	0,00	0,000
7-2-S	80	100	15,21	3246,07	-2,36	-480,15	0,000000	0,00	0,000
7-3-S	80	100	15,21	2880,00	-1,95	480,15	0,000000	0,00	0,000
7-4-S	80	100	15,21	2880,00	3,35	480,15	0,000000	0,00	0,000
7-5-S	80	100	15,21	2880,00	9,37	480,15	0,000000	0,00	0,000
7-6-S	80	100	15,21	2880,00	16,59	480,15	0,000000	0,00	0,000
7-7-S	80	100	15,21	3246,07	-48,16	-480,15	0,000000	0,00	0,000
7-8-S	80	100	15,21	3246,07	-37,99	-480,15	0,000000	0,00	0,000
7-9-S	80	100	0,00	0,00	-28,07	0,00	0,000000	0,00	0,000
7-10-S	80	100	0,00	0,00	-27,02	0,00	0,000000	0,00	0,000
7-11-S	80	100	0,00	0,00	-25,87	0,00	0,000000	0,00	0,000

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	41 di 73

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
7-12-S	80	100	0,00	0,00	-23,80	0,00	0,000000	0,00	0,000
7-13-S	80	100	0,00	0,00	-21,44	0,00	0,000000	0,00	0,000
7-14-S	80	100	15,21	3246,07	-16,06	-480,15	0,000000	0,00	0,000
7-15-S	80	100	15,21	3246,07	-10,71	-480,15	0,000000	0,00	0,000
7-16-S	80	100	15,21	3246,07	-6,10	-480,15	0,000000	0,00	0,000
7-17-S	80	100	15,21	2880,00	-1,85	480,15	0,000000	0,00	0,000
8-1-S	80	100	11,40	2526,31	2,42	464,39	0,000000	0,00	0,000
8-2-S	80	100	11,40	2526,31	6,17	464,39	0,000000	0,00	0,000
8-3-S	80	100	11,40	2526,31	-2,56	464,39	0,000000	0,00	0,000
8-4-S	80	100	11,40	3326,37	-27,72	-464,39	0,000000	0,00	0,000
8-5-S	80	100	11,40	2526,31	-29,44	464,39	0,000000	0,00	0,000
8-6-S	80	100	11,40	2526,31	51,40	464,39	0,000000	0,00	0,000
8-7-S	80	100	11,40	3326,37	-41,18	-464,39	0,000000	0,00	0,000
8-8-S	80	100	11,40	3326,37	-32,68	-464,39	0,000000	0,00	0,000
8-9-S	80	100	11,40	3326,37	-24,38	-464,39	0,000000	0,00	0,000
8-10-S	80	100	11,40	3326,37	-22,96	-464,39	0,000000	0,00	0,000
8-11-S	80	100	11,40	3326,37	-23,01	-464,39	0,000000	0,00	0,000
8-12-S	80	100	11,40	3326,37	-48,33	-464,39	0,000000	0,00	0,000
8-13-S	80	100	11,40	3326,37	-67,64	-464,39	0,000000	0,00	0,000
8-14-S	80	100	11,40	3326,37	-36,66	-464,39	0,000000	0,00	0,000
8-15-S	80	100	11,40	2526,31	-7,13	464,39	0,000000	0,00	0,000
8-16-S	80	100	11,40	2526,31	-2,54	464,39	0,000000	0,00	0,000
8-17-S	80	100	11,40	2526,31	2,60	464,39	0,000000	0,00	0,000
9-1-S	80	100	15,21	2880,00	-1,74	480,15	0,000000	0,00	0,000
9-2-S	80	100	15,21	3246,07	-2,36	-480,15	0,000000	0,00	0,000
9-3-S	80	100	15,21	2880,00	-1,95	480,15	0,000000	0,00	0,000
9-4-S	80	100	15,21	2880,00	3,35	480,15	0,000000	0,00	0,000
9-5-S	80	100	15,21	2880,00	9,37	480,15	0,000000	0,00	0,000
9-6-S	80	100	15,21	2880,00	16,59	480,15	0,000000	0,00	0,000
9-7-S	80	100	15,21	3246,07	-48,16	-480,15	0,000000	0,00	0,000
9-8-S	80	100	15,21	3246,07	-37,99	-480,15	0,000000	0,00	0,000
9-9-S	80	100	0,00	0,00	-28,07	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-10-S	80	100	0,00	0,00	-27,02	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-11-S	80	100	0,00	0,00	-25,87	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-12-S	80	100	0,00	0,00	-23,80	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-13-S	80	100	0,00	0,00	-21,44	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-14-S	80	100	15,21	3246,07	-16,06	-480,15	0,000000	0,00	0,000
9-15-S	80	100	15,21	3246,07	-10,71	-480,15	0,000000	0,00	0,000
9-16-S	80	100	15,21	3246,07	-6,10	-480,15	0,000000	0,00	0,000
9-17-S	80	100	15,21	2880,00	-1,85	480,15	0,000000	0,00	0,000

Combinazioni SLEQ

Paramento

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 (9)
2	100	51	0,00	0,00	0,02	30,11	0,000000	0,00	0,000 (9)
3	100	52	0,00	0,00	0,10	102,23	0,000000	0,00	0,000 (9)
4	100	53	0,00	0,00	0,22	247,89	0,000000	0,00	0,000 (9)
5	100	54	0,00	0,00	0,41	775,39	0,000000	0,00	0,000 (9)
6	100	55	0,00	0,00	0,66	3814,37	0,000000	0,00	0,000 (9)
7	100	56	0,00	0,00	0,97	816,81	0,000000	0,00	0,000 (9)
8	100	57	19,01	558,81	1,35	539,31	0,000000	0,00	0,000 (9)
9	100	58	19,01	781,26	1,81	438,52	0,000000	0,00	0,000 (9)
10	100	59	19,01	980,24	2,34	388,55	0,000000	0,00	0,000 (9)
11	100	60	19,01	1155,77	2,96	360,17	0,000000	0,00	0,000 (9)
12	100	61	19,01	1309,83	3,65	342,99	0,000000	0,00	0,000 (9)
13	100	62	19,01	1445,37	4,44	332,38	0,000000	0,00	0,000 (9)
14	100	63	19,01	1565,76	5,33	325,95	0,000000	0,00	0,000 (9)
15	100	64	19,01	1674,20	6,31	322,30	0,000000	0,00	0,000 (9)
16	100	65	19,01	1773,38	7,40	320,57	0,000000	0,00	0,000 (9)
17	100	66	19,01	1865,64	8,62	320,19	0,000000	0,00	0,000 (9)
18	100	67	19,01	1952,24	9,96	320,84	0,000000	0,00	0,000 (9)

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0118	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 42 di 73
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
19	100	68	19,01	2034,17	11,45	322,30	0,000000	0,00	0,000 (9)
20	100	69	19,01	2112,01	13,10	324,46	0,000000	0,00	0,000 (9)
21	100	70	19,01	2186,18	14,90	327,24	0,000000	0,00	0,000 (9)
22	100	71	19,01	2257,07	16,87	330,56	0,000000	0,00	0,000 (9)
23	100	72	19,01	2325,08	19,01	334,36	0,000000	0,00	0,000 (9)
24	100	73	19,01	2390,58	21,33	338,59	0,000000	0,00	0,000 (9)
25	100	74	19,01	2453,88	23,83	343,21	0,000000	0,00	0,000 (9)
26	100	75	19,01	2515,26	26,53	348,16	0,000000	0,00	0,000 (9)
27	100	76	19,01	2574,96	29,42	353,43	0,000000	0,00	0,000 (9)
28	100	77	19,01	2633,19	32,51	358,98	0,000000	0,00	0,000 (9)
29	100	78	19,01	2690,12	35,81	364,80	0,000000	0,00	0,000 (9)
30	100	79	19,01	2745,92	39,32	370,84	0,000000	0,00	0,000 (9)
31	100	80	19,01	2800,72	43,06	377,11	0,000000	0,00	0,000 (9)
32	100	81	19,01	2854,63	47,02	383,59	0,000000	0,00	0,000 (9)
33	100	82	19,01	2907,75	51,22	390,26	0,000000	0,00	0,000 (9)
34	100	83	19,01	2960,16	55,65	397,11	0,000000	0,00	0,000 (9)
35	100	84	19,01	3011,95	60,33	404,13	0,000000	0,00	0,000 (9)
36	100	85	19,01	3063,22	65,27	411,30	0,000000	0,00	0,000 (9)
37	100	86	19,01	3114,05	70,49	418,62	0,000000	0,00	0,000 (9)
38	100	87	19,01	3164,51	75,99	426,08	0,000000	0,00	0,000 (9)
39	100	88	19,01	3214,65	81,79	433,66	0,000000	0,00	0,000 (9)
40	100	89	19,01	3264,50	87,91	441,36	0,000000	0,00	0,000 (9)
41	100	90	19,01	3314,11	94,35	449,18	0,000000	0,00	0,000 (9)
42	100	91	19,01	3363,48	101,14	457,11	0,000000	0,00	0,000 (9)
43	100	92	19,01	3412,66	108,29	465,15	0,000000	0,00	0,000 (9)
44	100	93	19,01	3461,65	115,81	473,30	0,000000	0,00	0,000 (9)
45	100	94	19,01	3510,46	123,71	481,56	0,000000	0,00	0,000 (9)
46	100	95	19,01	3559,12	132,01	489,92	0,000000	0,00	0,000 (9)

Piastra fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	60	100	7,63	1582,85	0,67	344,46	0,000000	0,00	0,000
1-2-P	60	100	7,63	1582,85	-1,05	344,46	0,000000	0,00	0,000
1-3-P	60	100	7,63	1582,85	-3,17	344,46	0,000000	0,00	0,000
1-4-P	60	100	0,00	0,00	-8,37	0,00	0,000000	0,00	0,000
1-5-P	60	100	0,00	0,00	-12,07	0,00	0,000000	0,00	0,000
1-6-P	60	100	7,63	2517,13	-13,34	-344,46	0,000000	0,00	0,000
1-7-P	60	100	0,00	0,00	-12,07	0,00	0,000000	0,00	0,000
1-8-P	60	100	0,00	0,00	-8,37	0,00	0,000000	0,00	0,000
1-9-P	60	100	7,63	1582,85	-3,17	344,46	0,000000	0,00	0,000
1-10-P	60	100	7,63	1582,85	-1,05	344,46	0,000000	0,00	0,000
1-11-P	60	100	7,63	1582,85	0,67	344,46	0,000000	0,00	0,000
2-1-P	60	100	7,63	1582,96	2,45	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-2-P	60	100	7,63	1582,96	3,65	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-3-P	60	100	7,63	1582,96	5,30	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-4-P	60	100	7,63	1582,96	7,88	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-5-P	60	100	7,63	1582,96	-14,48	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-6-P	60	100	7,63	1582,96	-49,67	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-7-P	60	100	7,63	1582,96	-14,48	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-8-P	60	100	7,63	1582,96	7,88	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-9-P	60	100	7,63	1582,96	5,30	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-10-P	60	100	7,63	1582,96	3,65	344,48	0,000000	0,00	0,000
2-11-P	60	100	7,63	1582,96	2,45	344,48	0,000000	0,00	0,000
4-1-P	82	100	10,18	2450,00	-4,81	468,00	0,000000	0,00	0,000
4-2-P	82	100	10,18	3431,79	-6,63	-468,00	0,000000	0,00	0,000
4-3-P	82	100	10,18	3431,79	-9,19	-468,00	0,000000	0,00	0,000
4-4-P	82	100	10,18	3431,79	-12,44	-468,00	0,000000	0,00	0,000
4-5-P	82	100	10,18	3431,79	-14,02	-468,00	0,000000	0,00	0,000
4-6-P	82	100	10,18	3431,79	-14,77	-468,00	0,000000	0,00	0,000
4-7-P	82	100	10,18	3431,79	-14,02	-468,00	0,000000	0,00	0,000
4-8-P	82	100	10,18	3431,79	-12,44	-468,00	0,000000	0,00	0,000
4-9-P	82	100	10,18	3431,79	-9,19	-468,00	0,000000	0,00	0,000

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0118	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 43 di 73
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
4-10-P	82	100	10,18	3431,79	-6,63	-468,00	0,000000	0,00	0,000
4-11-P	82	100	10,18	2450,00	-4,81	468,00	0,000000	0,00	0,000
5-1-P	82	100	7,63	2154,59	1,79	457,45	0,000000	0,00	0,000
5-2-P	82	100	7,63	2154,59	-0,70	457,45	0,000000	0,00	0,000
5-3-P	82	100	7,63	3504,52	-4,30	-457,45	0,000000	0,00	0,000
5-4-P	82	100	7,63	3504,52	-12,48	-457,45	0,000000	0,00	0,000
5-5-P	82	100	7,63	3504,52	-33,04	-457,45	0,000000	0,00	0,000
5-6-P	82	100	7,63	3504,52	-59,74	-457,45	0,000000	0,00	0,000
5-7-P	82	100	7,63	3504,52	-33,04	-457,45	0,000000	0,00	0,000
5-8-P	82	100	7,63	3504,52	-12,48	-457,45	0,000000	0,00	0,000
5-9-P	82	100	7,63	3504,52	-4,30	-457,45	0,000000	0,00	0,000
5-10-P	82	100	7,63	2154,59	-0,70	457,45	0,000000	0,00	0,000
5-11-P	82	100	7,63	2154,59	1,79	457,45	0,000000	0,00	0,000
6-1-P	82	100	10,18	2450,00	0,53	468,00	0,000000	0,00	0,000
6-2-P	82	100	10,18	3431,79	-2,42	-468,00	0,000000	0,00	0,000
6-3-P	82	100	10,18	3431,79	-6,91	-468,00	0,000000	0,00	0,000
6-4-P	82	100	10,18	3431,79	-15,20	-468,00	0,000000	0,00	0,000
6-5-P	82	100	0,00	0,00	-22,54	0,00	0,000000	0,00	0,000
6-6-P	82	100	10,18	3431,79	-29,42	-468,00	0,000000	0,00	0,000
6-7-P	82	100	0,00	0,00	-22,54	0,00	0,000000	0,00	0,000
6-8-P	82	100	10,18	3431,79	-15,20	-468,00	0,000000	0,00	0,000
6-9-P	82	100	10,18	3431,79	-6,91	-468,00	0,000000	0,00	0,000
6-10-P	82	100	10,18	3431,79	-2,42	-468,00	0,000000	0,00	0,000
6-11-P	82	100	10,18	2450,00	0,53	468,00	0,000000	0,00	0,000
7-1-S	80	100	15,21	2880,00	-1,73	480,15	0,000000	0,00	0,000
7-2-S	80	100	15,21	3246,07	-2,35	-480,15	0,000000	0,00	0,000
7-3-S	80	100	15,21	2880,00	-1,94	480,15	0,000000	0,00	0,000
7-4-S	80	100	15,21	2880,00	3,33	480,15	0,000000	0,00	0,000
7-5-S	80	100	15,21	2880,00	9,30	480,15	0,000000	0,00	0,000
7-6-S	80	100	15,21	2880,00	16,46	480,15	0,000000	0,00	0,000
7-7-S	80	100	15,21	3246,07	-51,14	-480,15	0,000000	0,00	0,000
7-8-S	80	100	15,21	3246,07	-40,44	-480,15	0,000000	0,00	0,000
7-9-S	80	100	0,00	0,00	-29,98	0,00	0,000000	0,00	0,000
7-10-S	80	100	0,00	0,00	-28,45	0,00	0,000000	0,00	0,000
7-11-S	80	100	0,00	0,00	-26,83	0,00	0,000000	0,00	0,000
7-12-S	80	100	0,00	0,00	-24,40	0,00	0,000000	0,00	0,000
7-13-S	80	100	0,00	0,00	-21,71	0,00	0,000000	0,00	0,000
7-14-S	80	100	15,21	3246,07	-16,18	-480,15	0,000000	0,00	0,000
7-15-S	80	100	15,21	3246,07	-10,69	-480,15	0,000000	0,00	0,000
7-16-S	80	100	15,21	3246,07	-6,07	-480,15	0,000000	0,00	0,000
7-17-S	80	100	15,21	2880,00	-1,82	480,15	0,000000	0,00	0,000
8-1-S	80	100	11,40	2526,31	2,40	464,39	0,000000	0,00	0,000
8-2-S	80	100	11,40	2526,31	6,13	464,39	0,000000	0,00	0,000
8-3-S	80	100	11,40	2526,31	-2,55	464,39	0,000000	0,00	0,000
8-4-S	80	100	11,40	3326,37	-27,59	-464,39	0,000000	0,00	0,000
8-5-S	80	100	11,40	2526,31	-29,31	464,39	0,000000	0,00	0,000
8-6-S	80	100	11,40	2526,31	51,10	464,39	0,000000	0,00	0,000
8-7-S	80	100	11,40	3326,37	-44,40	-464,39	0,000000	0,00	0,000
8-8-S	80	100	11,40	3326,37	-35,31	-464,39	0,000000	0,00	0,000
8-9-S	80	100	11,40	3326,37	-26,41	-464,39	0,000000	0,00	0,000
8-10-S	80	100	11,40	3326,37	-24,48	-464,39	0,000000	0,00	0,000
8-11-S	80	100	11,40	3326,37	-24,01	-464,39	0,000000	0,00	0,000
8-12-S	80	100	11,40	3326,37	-48,50	-464,39	0,000000	0,00	0,000
8-13-S	80	100	11,40	3326,37	-67,10	-464,39	0,000000	0,00	0,000
8-14-S	80	100	11,40	3326,37	-36,42	-464,39	0,000000	0,00	0,000
8-15-S	80	100	11,40	2526,31	-7,14	464,39	0,000000	0,00	0,000
8-16-S	80	100	11,40	2526,31	-2,57	464,39	0,000000	0,00	0,000
8-17-S	80	100	11,40	2526,31	2,54	464,39	0,000000	0,00	0,000
9-1-S	80	100	15,21	2880,00	-1,73	480,15	0,000000	0,00	0,000
9-2-S	80	100	15,21	3246,07	-2,35	-480,15	0,000000	0,00	0,000
9-3-S	80	100	15,21	2880,00	-1,94	480,15	0,000000	0,00	0,000
9-4-S	80	100	15,21	2880,00	3,33	480,15	0,000000	0,00	0,000
9-5-S	80	100	15,21	2880,00	9,30	480,15	0,000000	0,00	0,000
9-6-S	80	100	15,21	2880,00	16,46	480,15	0,000000	0,00	0,000
9-7-S	80	100	15,21	3246,07	-51,14	-480,15	0,000000	0,00	0,000

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	44 di 73

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
9-8-S	80	100	15,21	3246,07	-40,44	-480,15	0,000000	0,00	0,000
9-9-S	80	100	0,00	0,00	-29,98	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-10-S	80	100	0,00	0,00	-28,45	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-11-S	80	100	0,00	0,00	-26,83	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-12-S	80	100	0,00	0,00	-24,40	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-13-S	80	100	0,00	0,00	-21,71	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-14-S	80	100	15,21	3246,07	-16,18	-480,15	0,000000	0,00	0,000
9-15-S	80	100	15,21	3246,07	-10,69	-480,15	0,000000	0,00	0,000
9-16-S	80	100	15,21	3246,07	-6,07	-480,15	0,000000	0,00	0,000
9-17-S	80	100	15,21	2880,00	-1,82	480,15	0,000000	0,00	0,000

10.1.5 Armature di progetto pali

Per i pali di fondazione si prevedono le seguenti armature:

- gabbia superiore 26φ24 e staffa a spirale φ14/20;
- gabbia inferiore 20φ18 e staffa a spirale φ14/20.

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per i pali ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 7 cm.

10.1.6 Verifiche strutturali pali di fondazione

Si riportano i risultati in termini di sollecitazione sul palo.

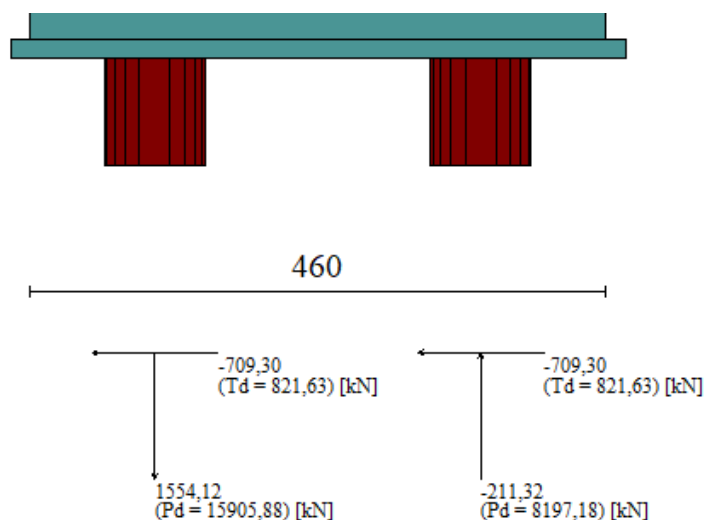


Figura 8 – Sollecitazioni massime a testa palo dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE SU PALI - TIPO 1

Nell' ipotesi di calcolo di palo incernierato, è stato valutato in seguito il momento flettente agente in testa al palo con il metodo di Matlock e Reese.

Il calcolo di α viene condotto utilizzando il foglio Excel: — M. Mancina, R. Nori, P. Iasiello - Progetti e Calcoli di Geotecnica con Excel vol.2 - ed. DEI — di cui si riporta la schermata principale:

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

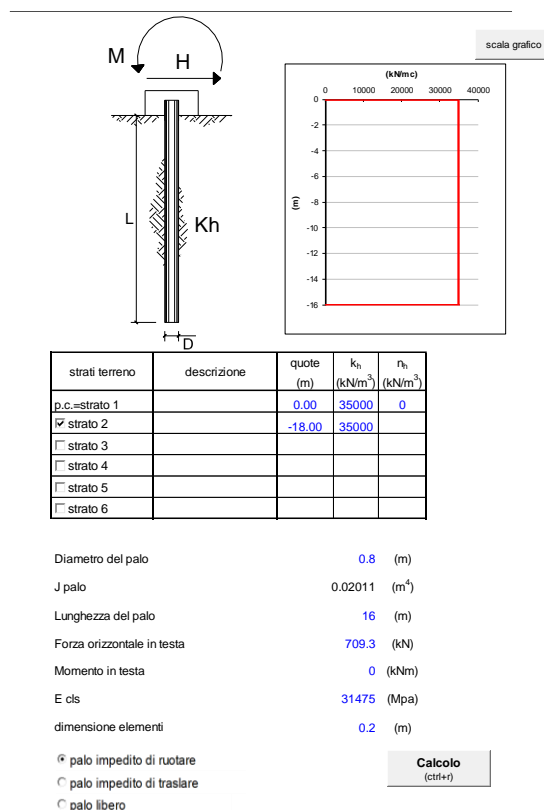
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	45 di 73



— M. Mancina, R. Nori, P. Iasiello - Progetti e Calcoli di Geotecnica con Excel vol.2 - ed. DEI—

Nella tabella che segue si riporta il valore del paramentro k_h inserito nel foglio Excel per la determinazione di α :

Unità geotecnica	k_h [kN/m ³]	α [-]
Sch	35000	1.6

Dunque, per la valutazione del momento flettente alla quota testa palo è stato assunto un coefficiente α (pari al rapporto momento/taglio) uguale a 1.6.

Pertanto, si hanno le seguenti sollecitazioni di calcolo:

Sollecitazioni	V [kN]	α	M [kNm]	N [kN]
SLU	709.2	1.6	1134.7	1554.1
SLE - Comb. Rara	260.6	1.6	416.9	576.7
SLE - Comb. Frequente	255.5	1.6	408.8	574.0
SLE - Comb. Quasi Permanente	244.9	1.6	391.8	571.0

Da cui:

Verifica a pressoflessione	$M_{Ed,Max}$ [kNm]	M_{Rd} [kNm]	FS [-]
SLU	1134.7	1337.9	1.18

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	46 di 73

Verifica a taglio	V _{Ed,Max} [kN]	V _{Rd} [kN]	FS [-]
SLU	709.2	786.0	1.11

Verifica delle tensioni	M _{Ed,Max} [kNm]	σ _{C,MAX} [Mpa]	σ _{S,MIN} [Mpa]
SLE - Comb. Rara	416.9	6.77	138.20

Verifica a fessurazione	M _{Ed,Max} [kNm]	w [mm]
SLE - Comb. Quasi Permanente	391.8	0.12
SLE - Comb. Frequente	408.8	0.13

10.1.7 Verifiche capacità portante

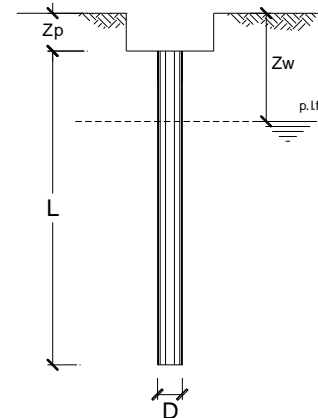
Nel seguito si riportano i risultati riguardanti la valutazione della lunghezza minima dei pali necessaria al soddisfacimento delle verifiche di capacità portante.

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO

OPERA: Esempio

DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D):	0.80 (m)	Area del Palo (A _p):	0.503 (m ²)
Quota testa Palo dal p.c. (z _p):	1.50 (m)	Quota falda dal p.c. (z _w):	0.00 (m)
Carico Assiale Permanente (G):	1554 (kN)	Carico Assiale variabile (Q):	(kN)
Numero di strati	1	L _{palo} =	16.00 (m)



coefficienti parziali	azioni		resistenza laterale e di base		
	permanenti	temporanee variabili	ξ	γ _b	γ _s
Metodo di calcolo	γ _G	γ _Q			
Stato limite ultimo (ECT)	1.00	1.30	1.50	1.60	1.30
Tensioni ammissibili definiti dall'utente	1.00	1.00	1.60	1.35	1.00
	1.00	1.00	1.60	1.35	1.15

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO:

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno				Coefficienti di Calcolo				Risultati				
			γ (kN/m ³)	c' (kPa)	φ' (°)	c _u (kPa)	k (-)	μ (-)	a (-)	α (-)	Q _{si} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)
1	16.00	Sch	22.00	70.0	33.0		0.46	0.65			1355.62	13.08	18.61	4050.4	2036.0
							0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
							0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.0	0.0

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

alla base R_{bm} = 2036.0 (kN)

laterale R_{sm} = 1355.6 (kN)

totale R_{cm} = 3391.6 (kN)

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

Q_d = Q_{bm} / (ξ · γ_b) + Q_{lm} / (ξ · γ_s)

Q_d = 1679.3 (kN)

CARICO ASSIALE AGENTE

N_d = N_g · γ_G + N_q · γ_Q

N_d = 1554.1 (kN)

F_s = Q_d / N_d

F_s = 1.08

10.2 Muri di sottoscarpa - fondazione su pali - tipo 2

10.2.1 Modello di calcolo

Le sollecitazioni provenienti dal muro vengono ripartite sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di Taglio, Momento e sforzo normale. Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze. La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incernierati a tale piastra.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	47 di 73

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

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

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo. Le caratteristiche del terreno (rappresentate da K_h) sono tali che, se non è possibile raggiungere l'equilibrio, si ha collasso per rottura del terreno. In tale analisi i pali sono considerati incastrati alla fondazione di base. Di seguito si riportano i principali risultati delle analisi svolte sul muro su pali.

Si riportano di seguito in forma tabellare i valori delle spinte di natura statica e sismica per le combinazioni analizzate e gli involuipi delle sollecitazioni nel muro, sulla fondazione e nei pali.

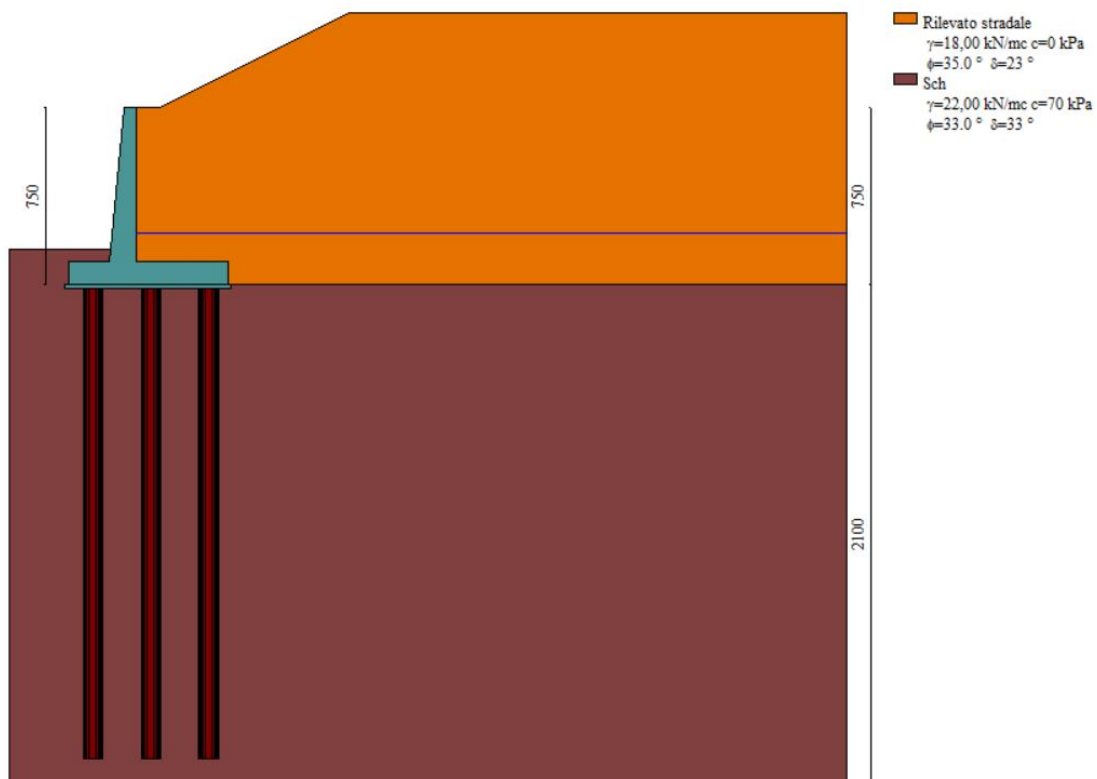


Figura 9 - Modello di calcolo dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE SU PALI - TIPO 2

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	48 di 73

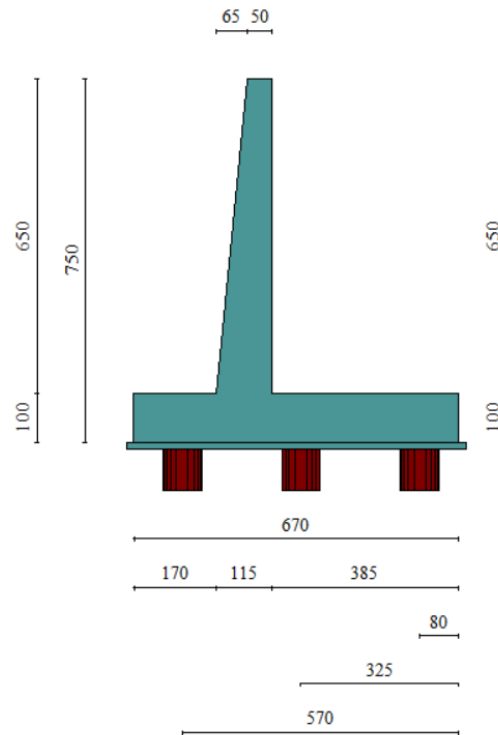


Figura 10 - Geometria dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE SU PALI - TIPO 2

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]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V	I	C _x	C _y	P _x	P _y
		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
1	Spinta statica	381,21	23,33	350,04	150,97	3,85	-4,37
	Peso/Inerzia muro			0,00	295,61/0,00	0,09	-5,52
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	487,00/0,00	2,00	-2,97
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0,00	6,96	-2,00	-6,25
	Spinta falda da monte			30,85		3,85	-6,77
	Sottostinta della falda				187,88	0,50	-7,50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
	Resistenza pali			-1369,40			
2	Spinta statica	239,36	23,33	219,79	94,79	3,85	-4,33
	Incremento di spinta sismica		342,75	314,73	135,74	3,85	-4,53
	Peso/Inerzia muro			98,97	295,61/49,48	0,09	-5,52
	Peso/Inerzia terrapieno			163,04	487,00/81,52	2,00	-2,97
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			2,33	6,96	-2,00	-6,25
	Spinta falda da monte			23,73		3,85	-6,77
	Sottostinta della falda				144,53	0,50	-7,50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
	Resistenza pali			-1369,35			

Resultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	49 di 73

M_s Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
 ecc Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N	T	M _r	M _s	ecc
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[m]
1 - STR (A1-M1-R3)	752,66	380,89	1748,27	4245,10	0,032
2 - STR (A1-M1-R3)	1006,59	822,60	3071,82	5318,42	1,117
3 - STR (A1-M1-R3)	738,19	807,79	3568,11	4735,32	1,768
4 - GEO (A2-M2-R2)	772,91	394,31	1730,67	4090,31	0,296
5 - GEO (A2-M2-R2)	1009,34	964,19	3528,07	5336,84	1,557
6 - GEO (A2-M2-R2)	742,92	951,43	4030,42	4766,99	2,358
7 - SLER	760,36	291,10	1338,79	4006,26	-0,159
8 - SLEF	755,10	278,89	1300,31	3970,97	-0,187
9 - SLEQ	739,84	243,52	1198,39	3868,80	-0,260

Inviluppo sollecitazioni paramento

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	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[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	1,24	1,24	0,02	0,50	0,00	0,02
3	-0,20	2,50	2,50	0,08	1,16	-0,01	0,09
4	-0,30	3,79	3,79	0,18	1,99	-0,01	0,23
5	-0,40	5,10	5,10	0,33	3,00	-0,01	0,46
6	-0,50	6,44	6,44	0,51	4,17	0,01	0,79
7	-0,60	7,80	7,80	0,73	5,51	0,03	1,23
8	-0,70	9,18	9,18	0,99	7,02	0,08	1,82
9	-0,80	10,59	10,59	1,29	8,70	0,14	2,55
10	-0,90	12,02	12,02	1,64	10,55	0,23	3,46
11	-1,00	13,48	13,48	2,02	12,57	0,35	4,55
12	-1,10	14,96	14,96	2,45	14,76	0,50	5,84
13	-1,20	16,47	16,47	2,91	17,11	0,69	7,36
14	-1,30	18,00	18,00	3,42	19,64	0,92	9,11
15	-1,40	19,56	19,56	3,96	22,33	1,19	11,11
16	-1,50	21,14	21,14	4,55	25,20	1,52	13,38
17	-1,60	22,75	22,75	5,18	28,24	1,89	15,94
18	-1,70	24,38	24,38	5,87	31,46	2,33	18,81
19	-1,80	26,03	26,03	6,61	34,87	2,83	22,00
20	-1,90	27,71	27,71	7,43	38,48	3,39	25,53
21	-2,00	29,41	29,41	8,31	42,28	4,04	29,42
22	-2,10	31,14	31,14	9,26	46,29	4,76	33,70
23	-2,20	32,89	32,89	10,27	50,48	5,58	38,38
24	-2,30	34,67	34,67	11,36	54,87	6,49	43,47
25	-2,40	36,47	36,47	12,50	59,46	7,51	49,01
26	-2,50	38,29	38,29	13,71	64,24	8,63	55,01
27	-2,60	40,14	40,14	14,99	69,21	9,87	61,48
28	-2,70	42,02	42,02	16,33	74,37	11,23	68,46
29	-2,80	43,92	43,92	17,73	79,72	12,72	75,94
30	-2,90	45,84	45,84	19,19	85,27	14,34	83,97
31	-3,00	47,79	47,79	20,72	91,01	16,10	92,55
32	-3,10	49,76	49,76	22,31	96,94	18,01	101,70
33	-3,20	51,76	51,76	23,97	103,06	20,07	111,45
34	-3,30	53,78	53,78	25,68	109,38	22,29	121,80
35	-3,40	55,82	55,82	27,46	115,88	24,67	132,79
36	-3,50	57,89	57,89	29,30	122,58	27,23	144,43
37	-3,60	59,99	59,99	31,21	129,47	29,96	156,74
38	-3,70	62,11	62,11	33,18	136,55	32,87	169,73
39	-3,80	64,25	64,25	35,21	143,82	35,97	183,43
40	-3,90	66,42	66,42	37,30	151,29	39,27	197,86
41	-4,00	68,61	68,61	39,46	158,94	42,77	213,03
42	-4,10	70,83	70,83	41,67	166,79	46,48	228,97
43	-4,20	73,07	73,07	43,96	174,83	50,40	245,69
44	-4,30	75,34	75,34	46,30	183,06	54,55	263,21
45	-4,40	77,63	77,63	48,71	191,48	58,91	281,56

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	50 di 73

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
46	-4,50	79,94	79,94	51,17	200,09	63,51	300,74
47	-4,60	82,28	82,28	53,71	208,90	68,35	320,78
48	-4,70	84,64	84,64	56,30	217,89	73,44	341,71
49	-4,80	87,03	87,03	58,96	227,08	78,77	363,52
50	-4,90	89,44	89,44	61,68	236,46	84,36	386,26
51	-5,00	91,88	91,88	64,46	246,03	90,21	409,93
52	-5,10	94,34	94,34	67,30	255,79	96,34	434,55
53	-5,20	96,83	96,83	70,21	265,74	102,73	460,15
54	-5,30	99,34	99,34	73,17	275,87	109,41	486,74
55	-5,40	101,87	101,87	76,23	286,24	116,38	514,34
56	-5,50	104,43	104,43	79,44	296,88	123,65	542,98
57	-5,60	107,02	107,02	82,79	307,80	131,23	572,69
58	-5,70	109,63	109,63	86,28	318,98	139,14	603,48
59	-5,80	112,26	112,26	89,92	330,43	147,40	635,40
60	-5,90	114,92	114,92	93,69	342,15	156,01	668,46
61	-6,00	117,60	117,60	97,60	354,14	164,99	702,69
62	-6,10	120,31	120,31	101,66	366,40	174,36	738,12
63	-6,20	123,04	123,04	105,85	378,93	184,13	774,78
64	-6,30	125,79	125,79	110,19	391,73	194,31	812,69
65	-6,40	128,57	128,57	114,67	404,79	204,92	851,87
66	-6,50	131,38	131,38	119,28	418,13	215,96	892,37

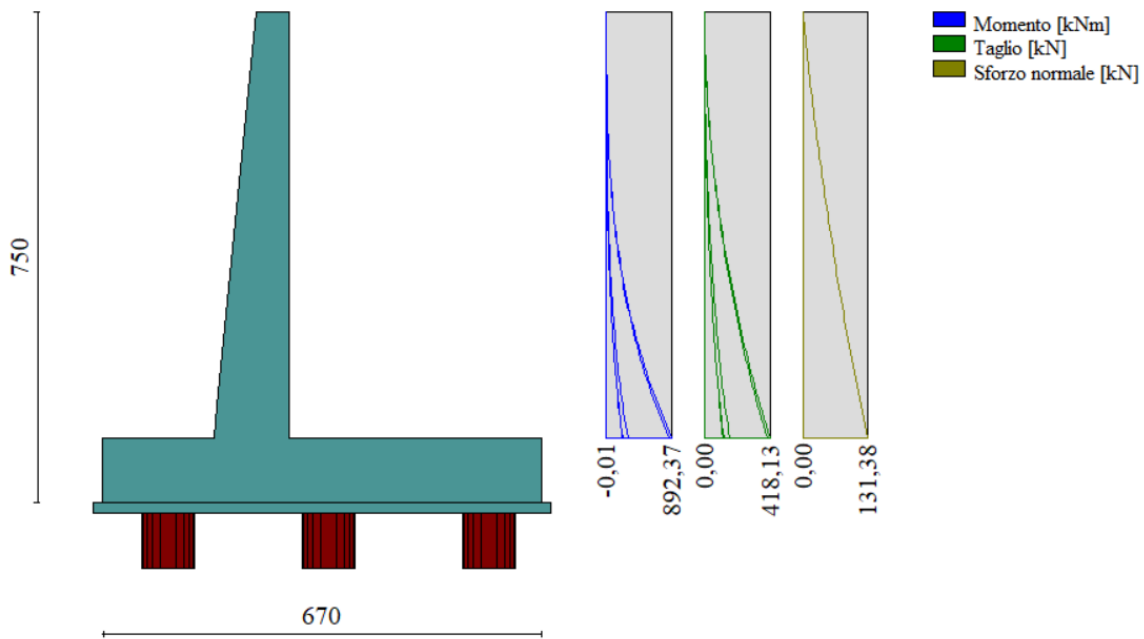


Figura 11 - Involuppo delle sollecitazioni paramento dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE SU PALI - TIPO 2

Involuppo sollecitazioni piastra fondazione

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)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	-8,62 -22,88	-9,43 -24,95	-2,38 -6,54	15,68 5,57	-21,04 -62,52	MAX MIN
2	-10,00 -26,93	8,95 3,34	-3,46 -9,20	21,23 7,74	31,85 14,08	MAX MIN
3	-22,42 -59,55	-11,52 -27,43	-6,17 -16,42	43,34 16,39	-20,21 -64,02	MAX MIN
4	0,46	-2,22	-5,32	84,11	-42,75	MAX

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	51 di 73

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	0,27	-3,64	-14,52	31,85	-125,64	MIN
5	-16,35	14,55	0,00	0,00	10,56	MAX
	-44,02	5,44	0,00	0,00	5,89	MIN
6	-20,54	53,45	0,00	0,00	278,78	MAX
	-54,76	19,17	0,00	0,00	110,06	MIN
7	31,06	63,01	2,44	426,61	-87,35	MAX
	11,54	19,56	0,95	162,36	-251,62	MIN
8	15,28	69,62	-2,13	67,55	-84,96	MAX
	5,78	22,28	-6,35	26,02	-246,01	MIN
9	-126,76	-91,18	0,00	0,00	-132,02	MAX
	-332,79	-228,80	0,00	0,00	-369,85	MIN
10	-10,00	8,95	9,20	-7,74	31,85	MAX
	-26,93	3,34	3,46	-21,23	14,08	MIN
11	-22,42	-11,52	16,42	-16,39	-20,21	MAX
	-59,55	-27,43	6,17	-43,34	-64,02	MIN
12	31,06	63,01	-0,95	-162,36	-87,35	MAX
	11,54	19,56	-2,44	-426,61	-251,62	MIN
13	-5,47	164,65	31,18	63,83	-166,68	MAX
	-11,71	54,77	11,62	25,00	-470,42	MIN
14	19,17	192,86	30,62	57,77	-105,86	MAX
	7,15	65,69	11,19	23,01	-306,21	MIN
15	-9,25	228,05	0,00	0,00	-373,52	MAX
	-20,07	78,72	0,00	0,00	-1015,73	MIN
16	-5,47	164,65	-11,62	-25,00	-166,68	MAX
	-11,71	54,77	-31,18	-63,83	-470,42	MIN
17	-8,62	-9,43	6,54	-5,57	-21,04	MAX
	-22,88	-24,95	2,38	-15,68	-62,52	MIN
18	0,46	-2,22	14,52	-31,85	-42,75	MAX
	0,27	-3,64	5,32	-84,11	-125,64	MIN
19	15,28	69,62	6,35	-26,02	-84,96	MAX
	5,78	22,28	2,13	-67,55	-246,01	MIN
20	19,17	192,86	-11,19	-23,01	-105,86	MAX
	7,15	65,69	-30,62	-57,77	-306,21	MIN
21	119,01	396,69	36,62	0,00	-213,17	MAX
	41,39	137,96	13,50	0,00	-597,50	MIN
22	103,48	344,94	61,56	0,00	-106,28	MAX
	35,53	118,44	22,02	0,00	-309,15	MIN
23	138,91	463,03	0,00	0,00	-268,88	MAX
	48,88	162,95	0,00	0,00	-744,74	MIN
24	119,01	396,69	-13,50	0,00	-213,17	MAX
	41,39	137,96	-36,62	0,00	-597,50	MIN
25	103,48	344,94	-22,02	0,00	-106,28	MAX
	35,53	118,44	-61,56	0,00	-309,15	MIN
26	103,48	344,94	-22,02	0,00	-106,28	MAX
	35,53	118,44	-61,56	0,00	-309,15	MIN
27	103,48	344,94	-22,02	0,00	-106,28	MAX
	35,53	118,44	-61,56	0,00	-309,15	MIN
28	103,48	344,94	-22,02	0,00	-106,28	MAX
	35,53	118,44	-61,56	0,00	-309,15	MIN
29	103,48	344,94	-22,02	0,00	-106,28	MAX
	35,53	118,44	-61,56	0,00	-309,15	MIN
30	103,48	344,94	-22,02	0,00	-106,28	MAX
	35,53	118,44	-61,56	0,00	-309,15	MIN
31	-11,93	-39,77	33,38	0,00	11,56	MAX
	-302,22	-1007,41	-9,17	0,00	-342,59	MIN
32	-16,85	-56,18	100,05	0,00	-56,94	MAX
	-292,08	-973,59	-6,57	0,00	-138,27	MIN
33	8,53	28,42	0,00	0,00	240,09	MAX
	-289,69	-965,65	0,00	0,00	-161,59	MIN
34	-11,93	-39,77	9,17	0,00	11,56	MAX
	-302,22	-1007,41	-33,38	0,00	-342,59	MIN
35	-16,85	-56,18	6,57	0,00	-56,94	MAX
	-292,08	-973,59	-100,05	0,00	-138,27	MIN
36	2,06	-38,15	15,71	263,07	-29,40	MAX
	-36,73	-768,63	-2,36	168,18	-363,59	MIN
37	29,33	-21,43	28,15	130,04	-60,81	MAX
	12,10	-761,29	-2,41	46,59	-237,15	MIN
38	-133,65	-141,82	0,00	0,00	-23,69	MAX
	-228,05	-878,01	0,00	0,00	-388,34	MIN
39	2,06	-38,15	2,36	-168,18	-29,40	MAX
	-36,73	-768,63	-15,71	-263,07	-363,59	MIN
40	29,33	-21,43	2,41	-46,59	-60,81	MAX

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	52 di 73

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	12,10	-761,29	-28,15	-130,04	-237,15	MIN
41	-17,99	5,32	5,38	17,55	-62,17	MAX
	-32,25	-559,40	1,64	2,15	-361,47	MIN
42	-1,26	9,40	1,80	36,01	-52,77	MAX
	-9,23	-550,97	-11,67	20,56	-377,55	MIN
43	-7,74	40,89	0,00	0,00	-161,09	MAX
	-21,63	-515,51	0,00	0,00	-469,66	MIN
44	-17,99	5,32	-1,64	-2,15	-62,17	MAX
	-32,25	-559,40	-5,38	-17,55	-361,47	MIN
45	-1,26	9,40	11,67	-20,56	-52,77	MAX
	-9,23	-550,97	-1,80	-36,01	-377,55	MIN
46	0,56	47,82	-0,67	2,44	-5,24	MAX
	-1,18	-329,75	-7,21	0,81	-296,48	MIN
47	-0,61	35,17	-0,80	-0,84	-13,15	MAX
	-6,16	-334,23	-15,63	-3,67	-386,29	MIN
48	-1,06	46,13	0,00	0,00	-5,42	MAX
	-5,22	-330,08	0,00	0,00	-283,03	MIN
49	0,56	47,82	7,21	-0,81	-5,24	MAX
	-1,18	-329,75	0,67	-2,44	-296,48	MIN
50	-0,61	35,17	15,63	3,67	-13,15	MAX
	-6,16	-334,23	0,80	0,84	-386,29	MIN
51	8,14	12,04	-6,23	3,47	48,30	MAX
	-21,35	-162,39	-8,09	-5,19	-211,89	MIN
52	1,99	19,05	-4,19	26,40	24,54	MAX
	-0,12	-164,23	-13,13	-8,80	-297,50	MIN
53	9,15	53,37	0,00	0,00	172,02	MAX
	-9,31	-167,81	0,00	0,00	-217,43	MIN
54	8,14	12,04	8,09	5,19	48,30	MAX
	-21,35	-162,39	6,23	-3,47	-211,89	MIN
55	1,99	19,05	13,13	8,80	24,54	MAX
	-0,12	-164,23	4,19	-26,40	-297,50	MIN
56	6,76	-17,57	0,75	198,38	27,77	MAX
	3,48	-50,36	-5,02	-32,07	-128,44	MIN
57	7,57	-5,92	0,37	47,33	20,83	MAX
	1,46	-52,45	-9,13	-13,71	-189,13	MIN
58	30,81	-35,89	0,00	0,00	-19,25	MAX
	-158,71	-143,86	0,00	0,00	-113,23	MIN
59	6,76	-17,57	5,02	32,07	27,77	MAX
	3,48	-50,36	-0,75	-198,38	-128,44	MIN
60	7,57	-5,92	9,13	13,71	20,83	MAX
	1,46	-52,45	-0,37	-47,33	-189,13	MIN
61	11,34	-9,74	7,20	38,25	-16,42	MAX
	-28,47	-23,20	-3,19	-11,37	-55,73	MIN
62	2,47	-8,27	4,40	46,85	5,39	MAX
	1,86	-13,59	-4,93	-13,40	-92,75	MIN
63	15,97	6,61	0,00	0,00	-26,66	MAX
	-39,04	-15,15	0,00	0,00	-201,97	MIN
64	11,34	-9,74	3,19	11,37	-16,42	MAX
	-28,47	-23,20	-7,20	-38,25	-55,73	MIN
65	2,47	-8,27	4,93	13,40	5,39	MAX
	1,86	-13,59	-4,40	-46,85	-92,75	MIN
66	8,80	0,79	4,44	13,29	-23,73	MAX
	-18,89	-0,88	-1,30	-11,84	-39,98	MIN
67	2,40	1,49	1,99	12,71	2,28	MAX
	-10,63	-9,08	-2,15	-13,70	-48,71	MIN
68	13,76	8,05	0,00	0,00	-19,90	MAX
	-28,40	-2,98	0,00	0,00	-49,12	MIN
69	8,80	0,79	1,30	11,84	-23,73	MAX
	-18,89	-0,88	-4,44	-13,29	-39,98	MIN
70	2,40	1,49	2,15	13,70	2,28	MAX
	-10,63	-9,08	-1,99	-12,71	-48,71	MIN

10.2.2 Armature di progetto paramento e piastra fondazione

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 piastra fondazione

Armatura a flessione	Armatura 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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	53 di 73

Elemento	A _{f1}	A _{f2}	A _t
Paramento	1φ24/20	1φ20/20	spilli φ14/40x40
Fondazione	1φ22/20	1φ22/20	φ18/20

dove:

A_{f1} armatura lato teso;

A_{f2} armatura lato compresso;

A_t armatura a taglio.

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

10.2.3 Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione 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]
A _{f1}	area ferri inferiori espressa in [cmq]
A _{f2}	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)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A _{f1} , A _{f2}	area ferri inferiori e superiori, espresso in [cmq]
M _p , M _n	momento positivo e negativo agente espressa in [kNm]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B	H	A _{f1}	A _{f2}	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	50	15,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	51	15,71	0,00	0,02	1,24	103,66	6371,33	5146.110
3	100	52	15,71	22,62	0,09	2,50	266,64	7222,66	2888.321
4	100	53	15,71	22,62	0,23	3,79	408,14	6635,61	1751.898
5	100	54	15,71	22,62	0,46	5,10	542,21	6023,58	1181.286
6	100	55	15,71	22,62	0,79	6,44	662,03	5412,13	841.027
7	100	56	15,71	22,62	1,23	7,80	766,16	4839,07	620.745
8	100	57	15,71	22,62	1,82	9,18	856,32	4326,37	471.257
9	100	58	15,71	22,62	2,55	10,59	929,71	3857,30	364.244
10	100	59	15,71	22,62	3,46	12,02	971,76	3379,74	281.089
11	100	60	15,71	22,62	4,55	13,48	971,74	2880,64	213.665
12	100	61	15,71	22,62	5,84	14,96	955,68	2448,18	163.595
13	100	62	15,71	22,62	7,36	16,47	930,71	2084,32	126.536
14	100	63	15,71	22,62	9,11	18,00	904,18	1787,83	99.302
15	100	64	15,71	22,62	11,11	19,56	880,80	1550,90	79.289
16	100	65	15,71	22,62	13,38	21,14	855,83	1352,00	63.952
17	100	66	15,71	22,62	15,94	22,75	837,01	1194,14	52.499
18	100	67	15,71	22,62	18,81	24,38	818,03	1060,11	43.491
19	100	68	15,71	22,62	22,00	26,03	800,40	947,07	36.384
20	100	69	15,71	22,62	25,53	27,71	787,61	854,79	30.850
21	100	70	15,71	22,62	29,42	29,41	778,50	778,15	26.458
22	100	71	15,71	22,62	33,70	31,14	772,22	713,53	22.915

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	54 di 73

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
23	100	72	15,71	22,62	38,38	32,89	768,19	658,37	20.017
24	100	73	15,71	22,62	43,47	34,67	765,95	610,77	17.618
25	100	74	15,71	22,62	49,01	36,47	765,17	569,34	15.612
26	100	75	15,71	22,62	55,01	38,29	765,61	532,97	13.918
27	100	76	15,71	22,62	61,48	40,14	767,07	500,83	12.476
28	100	77	15,71	22,62	68,46	42,02	769,39	472,24	11.239
29	100	78	15,71	22,62	75,94	43,92	772,44	446,68	10.171
30	100	79	15,71	22,62	83,97	45,84	776,12	423,70	9.243
31	100	80	15,71	22,62	92,55	47,79	780,35	402,94	8.432
32	100	81	15,71	22,62	101,70	49,76	785,06	384,11	7.719
33	100	82	15,71	22,62	111,45	51,76	790,19	366,97	7.090
34	100	83	15,71	22,62	121,80	53,78	794,88	350,95	6.526
35	100	84	15,71	22,62	132,79	55,82	799,83	336,24	6.023
36	100	85	15,71	22,62	144,43	57,89	805,09	322,71	5.574
37	100	86	15,71	22,62	156,74	59,99	810,62	310,25	5.172
38	100	87	15,71	22,62	169,73	62,11	816,39	298,73	4.810
39	100	88	15,71	22,62	183,43	64,25	822,38	288,05	4.483
40	100	89	15,71	22,62	197,86	66,42	828,57	278,14	4.188
41	100	90	15,71	22,62	213,03	68,61	834,94	268,91	3.919
42	100	91	15,71	22,62	228,97	70,83	841,47	260,29	3.675
43	100	92	15,71	22,62	245,69	73,07	848,15	252,24	3.452
44	100	93	15,71	22,62	263,21	75,34	854,96	244,70	3.248
45	100	94	15,71	22,62	281,56	77,63	861,89	237,62	3.061
46	100	95	15,71	22,62	300,74	79,94	868,93	230,97	2.889
47	100	96	15,71	22,62	320,78	82,28	876,08	224,71	2.731
48	100	97	15,71	22,62	341,71	84,64	883,32	218,81	2.585
49	100	98	15,71	22,62	363,52	87,03	890,65	213,23	2.450
50	100	99	15,71	22,62	386,26	89,44	898,06	207,96	2.325
51	100	100	15,71	22,62	409,93	91,88	905,54	202,97	2.209
52	100	101	15,71	22,62	434,55	94,34	913,10	198,24	2.101
53	100	102	15,71	22,62	460,15	96,83	920,72	193,75	2.001
54	100	103	15,71	22,62	486,74	99,34	928,40	189,48	1.907
55	100	104	15,71	22,62	514,34	101,87	936,13	185,42	1.820
56	100	105	15,71	22,62	542,98	104,43	943,92	181,55	1.738
57	100	106	15,71	22,62	572,69	107,02	951,75	177,85	1.662
58	100	107	15,71	22,62	603,48	109,63	959,62	174,32	1.590
59	100	108	15,71	22,62	635,40	112,26	967,54	170,94	1.523
60	100	109	15,71	22,62	668,46	114,92	975,49	167,70	1.459
61	100	110	15,71	22,62	702,69	117,60	983,47	164,59	1.400
62	100	111	15,71	27,14	738,12	120,31	1185,46	193,22	1.606
63	100	112	15,71	27,14	774,78	123,04	1195,12	189,79	1.543
64	100	113	15,71	27,14	812,69	125,79	1204,80	186,49	1.482
65	100	114	15,71	27,14	851,87	128,57	1214,52	183,30	1.426
66	100	115	15,71	27,14	892,37	131,38	1224,26	180,24	1.372

Fondazione

Is	Afi	Afs	Mp	Mn	Mu	FS
	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
1-1-P	10,18	10,18	1,63	-3,27	1287,22	100.000 (1)
1-2-P	10,18	10,18	0,55	-18,02	-1287,22	79.395 (2)
1-3-P	10,18	10,18	0,20	-31,53	-1287,22	45.349 (2)
1-4-P	10,18	10,18	0,08	-54,77	-1287,22	26.104 (2)
1-5-P	10,18	10,18	0,00	-78,05	-1287,22	18.316 (2)
1-6-P	10,18	10,18	0,08	-54,77	-1287,22	26.104 (2)
1-7-P	10,18	10,18	0,20	-31,53	-1287,22	45.349 (2)
1-8-P	10,18	10,18	0,55	-18,02	-1287,22	79.395 (2)
1-9-P	10,18	10,18	1,63	-3,27	1287,22	100.000 (1)
2-1-P	10,18	10,18	29,46	0,00	1287,22	48.708 (2)
2-2-P	10,18	10,18	27,13	0,00	1287,22	52.988 (2)
2-3-P	10,18	10,18	26,17	-1,38	1287,22	54.945 (2)
2-4-P	10,18	10,18	20,24	-50,07	-1287,22	17.644 (2)
2-5-P	10,18	10,18	21,21	-105,67	-1287,22	8.365 (2)
2-6-P	10,18	10,18	20,24	-50,07	-1287,22	17.644 (2)
2-7-P	10,18	10,18	26,17	-1,38	1287,22	54.945 (2)

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0118	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 55 di 73
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	Mu [kNm]	FS
2-8-P	10,18	10,18	27,13	0,00	1287,22	52.988 (2)
2-9-P	10,18	10,18	29,46	0,00	1287,22	48.708 (2)
5-1-P	10,18	10,18	7,51	-79,83	-1290,36	16.164 (3)
5-2-P	10,18	10,18	0,00	-93,28	-1290,36	13.834 (3)
5-3-P	10,18	10,18	0,00	-114,23	-1290,36	11.296 (3)
5-4-P	10,18	10,18	0,00	-161,47	-1290,36	7.991 (3)
5-5-P	10,18	10,18	0,00	-208,71	-1290,36	6.182 (3)
5-6-P	10,18	10,18	0,00	-161,47	-1290,36	7.991 (3)
5-7-P	10,18	10,18	0,00	-114,23	-1290,36	11.296 (3)
5-8-P	10,18	10,18	0,00	-93,28	-1290,36	13.834 (3)
5-9-P	10,18	10,18	7,51	-79,83	-1290,36	16.164 (3)
6-1-P	12,72	12,72	0,38	-3,44	1605,79	100.000 (1)
6-2-P	12,72	12,72	0,00	-7,40	1605,79	100.000 (1)
6-3-P	12,72	12,72	0,00	-17,65	-1605,79	96.244 (2)
6-4-P	12,72	12,72	0,00	-20,39	-1605,79	82.651 (2)
6-5-P	12,72	12,72	0,00	-23,13	-1605,79	72.318 (2)
6-6-P	12,72	12,72	0,00	-20,39	-1605,79	82.651 (2)
6-7-P	12,72	12,72	0,00	-17,65	-1605,79	96.244 (2)
6-8-P	12,72	12,72	0,00	-7,40	1605,79	100.000 (1)
6-9-P	12,72	12,72	0,38	-3,44	1605,79	100.000 (1)
7-1-P	10,18	10,18	1,99	-1,53	1290,36	100.000 (1)
7-2-P	10,18	10,18	0,19	-4,29	1290,36	100.000 (1)
7-3-P	10,18	10,18	0,00	-8,66	1290,36	100.000 (1)
7-4-P	10,18	10,18	0,00	-16,83	1290,36	100.000 (1)
7-5-P	10,18	10,18	0,00	-25,00	1290,36	100.000 (1)
7-6-P	10,18	10,18	0,00	-16,83	1290,36	100.000 (1)
7-7-P	10,18	10,18	0,00	-8,66	1290,36	100.000 (1)
7-8-P	10,18	10,18	0,19	-4,29	1290,36	100.000 (1)
7-9-P	10,18	10,18	1,99	-1,53	1290,36	100.000 (1)
8-1-P	10,18	10,18	3,13	-1,36	1290,36	100.000 (1)
8-2-P	10,18	10,18	1,24	-5,27	1290,36	100.000 (1)
8-3-P	10,18	10,18	0,63	-10,45	1290,36	100.000 (1)
8-4-P	10,18	10,18	0,00	-35,42	1290,36	89.823 (1)
8-5-P	10,18	10,18	0,00	-61,03	1290,36	64.937 (1)
8-6-P	10,18	10,18	0,00	-35,42	1290,36	89.823 (1)
8-7-P	10,18	10,18	0,63	-10,45	1290,36	100.000 (1)
8-8-P	10,18	10,18	1,24	-5,27	1290,36	100.000 (1)
8-9-P	10,18	10,18	3,13	-1,36	1290,36	100.000 (1)
9-1-S	15,21	15,21	2,96	-2,08	1908,94	100.000 (1)
9-2-S	15,21	15,21	2,74	-3,00	1908,94	100.000 (1)
9-3-S	15,21	15,21	3,57	-4,96	1908,94	100.000 (1)
9-4-S	15,21	15,21	4,61	-7,33	1908,94	100.000 (1)
9-5-S	15,21	15,21	32,98	-37,72	-1908,94	22.315 (2)
9-6-S	15,21	15,21	101,43	-0,07	1908,94	21.106 (2)
9-7-S	15,21	15,21	227,62	0,00	1908,94	9.371 (2)
9-8-S	15,21	15,21	360,30	0,00	1908,94	5.915 (2)
9-9-S	15,21	15,21	0,00	-889,70	-1908,94	2.146 (3)
9-10-S	15,21	15,21	0,00	-819,51	-1908,94	2.329 (3)
9-11-S	15,21	15,21	0,00	-749,32	-1908,94	2.548 (3)
9-12-S	15,21	15,21	0,00	-670,31	-1908,94	2.848 (3)
9-13-S	15,21	15,21	0,00	-582,72	-1908,94	3.276 (3)
9-14-S	15,21	15,21	0,00	-495,13	-1908,94	3.855 (3)
9-15-S	15,21	15,21	0,00	-418,52	-1908,94	4.561 (3)
9-16-S	15,21	15,21	0,00	-342,43	-1908,94	5.575 (3)
9-17-S	15,21	15,21	0,00	-273,31	-1908,94	6.985 (3)
9-18-S	15,21	15,21	0,00	-214,35	-1908,94	8.906 (3)
9-19-S	15,21	15,21	0,01	-155,39	-1908,94	12.285 (3)
9-20-S	15,21	15,21	0,01	-111,82	-1908,94	17.072 (3)
9-21-S	15,21	15,21	0,02	-70,55	-1908,94	27.059 (3)
9-22-S	15,21	15,21	0,00	-43,97	-1908,94	52.334 (1)
9-23-S	15,21	15,21	0,00	-21,09	1908,94	100.000 (1)
9-24-S	15,21	15,21	0,00	-8,09	1908,94	100.000 (1)
9-25-S	15,21	15,21	1,64	-1,76	1908,94	100.000 (1)
10-1-S	15,21	15,21	2,96	-2,08	1908,94	100.000 (1)
10-2-S	15,21	15,21	2,74	-3,00	1908,94	100.000 (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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	56 di 73

Is	Afi	Afs	Mp	Mn	Mu	FS
	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
10-3-S	15,21	15,21	3,57	-4,96	1908,94	100.000 (1)
10-4-S	15,21	15,21	4,61	-7,33	1908,94	100.000 (1)
10-5-S	15,21	15,21	32,98	-37,72	-1908,94	22.315 (2)
10-6-S	15,21	15,21	101,43	-0,07	1908,94	21.106 (2)
10-7-S	15,21	15,21	227,62	0,00	1908,94	9.371 (2)
10-8-S	15,21	15,21	360,30	0,00	1908,94	5.915 (2)
10-9-S	15,21	15,21	0,00	-889,70	-1908,94	2.146 (3)
10-10-S	15,21	15,21	0,00	-819,51	-1908,94	2.329 (3)
10-11-S	15,21	15,21	0,00	-749,32	-1908,94	2.548 (3)
10-12-S	15,21	15,21	0,00	-670,31	-1908,94	2.848 (3)
10-13-S	15,21	15,21	0,00	-582,72	-1908,94	3.276 (3)
10-14-S	15,21	15,21	0,00	-495,13	-1908,94	3.855 (3)
10-15-S	15,21	15,21	0,00	-418,52	-1908,94	4.561 (3)
10-16-S	15,21	15,21	0,00	-342,43	-1908,94	5.575 (3)
10-17-S	15,21	15,21	0,00	-273,31	-1908,94	6.985 (3)
10-18-S	15,21	15,21	0,00	-214,35	-1908,94	8.906 (3)
10-19-S	15,21	15,21	0,01	-155,39	-1908,94	12.285 (3)
10-20-S	15,21	15,21	0,01	-111,82	-1908,94	17.072 (3)
10-21-S	15,21	15,21	0,02	-70,55	-1908,94	27.059 (3)
10-22-S	15,21	15,21	0,00	-43,97	-1908,94	52.334 (1)
10-23-S	15,21	15,21	0,00	-21,09	1908,94	100.000 (1)
10-24-S	15,21	15,21	0,00	-8,09	1908,94	100.000 (1)
10-25-S	15,21	15,21	1,64	-1,76	1908,94	100.000 (1)

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]
Asw	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 (Asw>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)

Paramento

n°	B	H	Asw	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	188,31	0,00	100.000
2	100	51	0,00	--	0,00	0,00	190,38	0,50	384.392
3	100	52	0,00	--	0,00	0,00	258,96	1,16	223.183
4	100	53	0,00	--	0,00	0,00	261,66	1,99	131.188
5	100	54	0,00	--	0,00	0,00	264,34	3,00	88.187
6	100	55	0,00	--	0,00	0,00	267,01	4,17	64.039
7	100	56	0,00	--	0,00	0,00	269,66	5,51	48.934
8	100	57	0,00	--	0,00	0,00	272,29	7,02	38.782
9	100	58	0,00	--	0,00	0,00	274,92	8,70	31.597
10	100	59	0,00	--	0,00	0,00	277,52	10,55	26.306
11	100	60	0,00	--	0,00	0,00	280,12	12,57	22.288
12	100	61	0,00	--	0,00	0,00	282,70	14,76	19.159
13	100	62	0,00	--	0,00	0,00	285,27	17,11	16.671
14	100	63	0,00	--	0,00	0,00	287,82	19,64	14.657
15	100	64	0,00	--	0,00	0,00	290,37	22,33	13.002
16	100	65	0,00	--	0,00	0,00	292,90	25,20	11.623
17	100	66	0,00	--	0,00	0,00	295,42	28,24	10.462
18	100	67	0,00	--	0,00	0,00	297,93	31,46	9.470
19	100	68	0,00	--	0,00	0,00	300,43	34,87	8.615
20	100	69	0,00	--	0,00	0,00	302,92	38,48	7.872
21	100	70	0,00	--	0,00	0,00	305,40	42,28	7.223
22	100	71	0,00	--	0,00	0,00	307,87	46,29	6.652
23	100	72	0,00	--	0,00	0,00	310,34	50,48	6.147
24	100	73	0,00	--	0,00	0,00	312,79	54,87	5.700
25	100	74	0,00	--	0,00	0,00	315,23	59,46	5.302



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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	57 di 73

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
26	100	75	0,00	--	0,00	0,00	317,67	64,24	4.945
27	100	76	0,00	--	0,00	0,00	320,10	69,21	4.625
28	100	77	0,00	--	0,00	0,00	322,52	74,37	4.337
29	100	78	0,00	--	0,00	0,00	324,93	79,72	4.076
30	100	79	0,00	--	0,00	0,00	327,33	85,27	3.839
31	100	80	0,00	--	0,00	0,00	329,73	91,01	3.623
32	100	81	0,00	--	0,00	0,00	332,12	96,94	3.426
33	100	82	0,00	--	0,00	0,00	334,50	103,06	3.246
34	100	83	0,00	--	0,00	0,00	336,88	109,38	3.080
35	100	84	0,00	--	0,00	0,00	339,25	115,88	2.927
36	100	85	0,00	--	0,00	0,00	341,61	122,58	2.787
37	100	86	0,00	--	0,00	0,00	343,97	129,47	2.657
38	100	87	0,00	--	0,00	0,00	346,32	136,55	2.536
39	100	88	0,00	--	0,00	0,00	348,67	143,82	2.424
40	100	89	0,00	--	0,00	0,00	351,01	151,29	2.320
41	100	90	0,00	--	0,00	0,00	353,34	158,94	2.223
42	100	91	0,00	--	0,00	0,00	355,67	166,79	2.132
43	100	92	0,00	--	0,00	0,00	358,00	174,83	2.048
44	100	93	0,00	--	0,00	0,00	360,32	183,06	1.968
45	100	94	0,00	--	0,00	0,00	362,63	191,48	1.894
46	100	95	0,00	--	0,00	0,00	364,94	200,09	1.824
47	100	96	0,00	--	0,00	0,00	367,24	208,90	1.758
48	100	97	0,00	--	0,00	0,00	369,54	217,89	1.696
49	100	98	0,00	--	0,00	0,00	371,84	227,08	1.637
50	100	99	0,00	--	0,00	0,00	374,13	236,46	1.582
51	100	100	0,00	--	0,00	0,00	376,42	246,03	1.530
52	100	101	0,00	--	0,00	0,00	378,70	255,79	1.481
53	100	102	0,00	--	0,00	0,00	380,98	265,74	1.434
54	100	103	0,00	--	0,00	0,00	383,26	275,87	1.389
55	100	104	0,00	--	0,00	0,00	385,53	286,24	1.347
56	100	105	0,00	--	0,00	0,00	387,80	296,88	1.306
57	100	106	0,00	--	0,00	0,00	390,07	307,80	1.267
58	100	107	0,00	--	0,00	0,00	392,33	318,98	1.230
59	100	108	0,00	--	0,00	0,00	394,59	330,43	1.194
60	100	109	0,00	--	0,00	0,00	396,84	342,15	1.160
61	100	110	0,00	--	0,00	0,00	399,09	354,14	1.127
62	100	111	0,00	--	0,00	0,00	415,89	366,40	1.135
63	100	112	0,00	--	0,00	0,00	418,21	378,93	1.104
64	100	113	0,00	--	0,00	0,00	420,52	391,73	1.074
65	100	114	0,00	--	0,00	0,00	422,83	404,79	1.045
66	100	115	0,00	--	0,00	0,00	425,14	418,13	1.017

Fondazione

I _s	B	H	A _{sw}	cotg (θ)	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1-1-P	85	100	0,00	2.000	0,00	0,00	294,60	78,44	3.756 (1)
1-2-P	85	100	0,00	2.000	0,00	0,00	294,60	78,44	3.756 (1)
1-3-P	85	100	0,00	2.000	0,00	0,00	294,60	78,44	3.756 (1)
1-4-P	85	100	0,00	2.000	0,00	0,00	294,60	78,44	3.756 (1)
1-5-P	85	100	0,00	2.000	0,00	0,00	294,60	78,44	3.756 (1)
1-6-P	85	100	0,00	2.000	0,00	0,00	294,60	78,44	3.756 (1)
1-7-P	85	100	0,00	2.000	0,00	0,00	294,60	78,44	3.756 (1)
1-8-P	85	100	0,00	2.000	0,00	0,00	294,60	78,44	3.756 (1)
1-9-P	85	100	0,00	2.000	0,00	0,00	294,60	78,44	3.756 (1)
2-1-P	85	100	0,00	2.000	0,00	0,00	294,61	152,22	1.935 (1)
2-2-P	85	100	0,00	2.000	0,00	0,00	294,61	152,22	1.935 (1)
2-3-P	85	100	0,00	2.000	0,00	0,00	294,61	152,22	1.935 (1)
2-4-P	85	100	0,00	2.000	0,00	0,00	294,61	152,22	1.935 (1)
2-5-P	85	100	0,00	2.000	0,00	0,00	294,61	152,22	1.935 (1)
2-6-P	85	100	0,00	2.000	0,00	0,00	294,61	152,22	1.935 (1)
2-7-P	85	100	0,00	2.000	0,00	0,00	294,61	152,22	1.935 (1)
2-8-P	85	100	0,00	2.000	0,00	0,00	294,61	152,22	1.935 (1)
2-9-P	85	100	0,00	2.000	0,00	0,00	294,61	152,22	1.935 (1)
5-1-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	147,41	2.263 (1)

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	58 di 73

Is	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotg (θ)	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
5-2-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	147,41	2.263 (1)
5-3-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	147,41	2.263 (1)
5-4-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	147,41	2.263 (1)
5-5-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	147,41	2.263 (1)
5-6-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	147,41	2.263 (1)
5-7-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	147,41	2.263 (1)
5-8-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	147,41	2.263 (1)
5-9-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	147,41	2.263 (1)
6-1-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	0,00	100.000 (1)
6-2-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	0,00	100.000 (1)
6-3-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	0,00	100.000 (1)
6-4-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	28,83	11.572 (1)
6-5-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	28,83	11.572 (1)
6-6-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	0,00	100.000 (1)
6-7-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	0,00	100.000 (1)
6-8-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	0,00	100.000 (1)
6-9-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	0,00	100.000 (1)
7-1-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	4,04	82.585 (1)
7-2-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	4,04	82.585 (1)
7-3-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	4,04	82.585 (1)
7-4-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	17,24	19.352 (1)
7-5-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	17,24	19.352 (1)
7-6-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	4,04	82.585 (1)
7-7-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	4,04	82.585 (1)
7-8-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	4,04	82.585 (1)
7-9-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	4,04	82.585 (1)
8-1-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	9,00	37.069 (1)
8-2-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	9,00	37.069 (1)
8-3-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	9,00	37.069 (1)
8-4-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	29,53	11.297 (1)
8-5-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	29,53	11.297 (1)
8-6-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	9,00	37.069 (1)
8-7-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	9,00	37.069 (1)
8-8-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	9,00	37.069 (1)
8-9-P	96	100	0,00	2.000	0,00	0,00	333,60	9,00	37.069 (1)
9-1-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	124,48	2.506 (1)
9-2-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	124,48	2.506 (1)
9-3-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	124,48	2.506 (1)
9-4-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	124,48	2.506 (1)
9-5-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	124,48	2.506 (1)
9-6-S	90	100	2,54	2.500	2548,77	798,04	798,04	508,05	1.571 (1)
9-7-S	90	100	2,54	2.500	2548,77	798,04	798,04	508,05	1.571 (1)
9-8-S	90	100	2,54	2.500	2548,77	798,04	798,04	508,05	1.571 (1)
9-9-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	66,57	4.686 (1)
9-10-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	66,57	4.686 (1)
9-11-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	66,57	4.686 (1)
9-12-S	90	100	2,54	2.500	2548,77	798,04	798,04	352,47	2.264 (1)
9-13-S	90	100	2,54	2.500	2548,77	798,04	798,04	352,47	2.264 (1)
9-14-S	90	100	2,54	2.500	2548,77	798,04	798,04	0,00	100.000 (1)
9-15-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	18,56	16.806 (1)
9-16-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	299,13	1.043 (1)
9-17-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	299,13	1.043 (1)
9-18-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	299,13	1.043 (1)
9-19-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	299,13	1.043 (1)
9-20-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	299,13	1.043 (1)
9-21-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	147,96	2.108 (1)
9-22-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	147,96	2.108 (1)
9-23-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	147,96	2.108 (1)
9-24-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	147,96	2.108 (1)
9-25-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	147,96	2.108 (1)
10-1-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	124,48	2.506 (1)
10-2-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	124,48	2.506 (1)
10-3-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	124,48	2.506 (1)
10-4-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	124,48	2.506 (1)
10-5-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	124,48	2.506 (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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	59 di 73

Is	B	H	A _{sw}	cotg (θ)	V _{rcd}	V _{rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
10-6-S	90	100	2,54	2.500	2548,77	798,04	798,04	508,05	1.571 (1)
10-7-S	90	100	2,54	2.500	2548,77	798,04	798,04	508,05	1.571 (1)
10-8-S	90	100	2,54	2.500	2548,77	798,04	798,04	508,05	1.571 (1)
10-9-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	66,57	4.686 (1)
10-10-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	66,57	4.686 (1)
10-11-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	66,57	4.686 (1)
10-12-S	90	100	2,54	2.500	2548,77	798,04	798,04	352,47	2.264 (1)
10-13-S	90	100	2,54	2.500	2548,77	798,04	798,04	352,47	2.264 (1)
10-14-S	90	100	2,54	2.500	2548,77	798,04	798,04	0,00	100.000 (1)
10-15-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	18,56	16.806 (1)
10-16-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	299,13	1.043 (1)
10-17-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	299,13	1.043 (1)
10-18-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	299,13	1.043 (1)
10-19-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	299,13	1.043 (1)
10-20-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	299,13	1.043 (1)
10-21-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	147,96	2.108 (1)
10-22-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	147,96	2.108 (1)
10-23-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	147,96	2.108 (1)
10-24-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	147,96	2.108 (1)
10-25-S	90	100	0,00	2.000	0,00	0,00	311,94	147,96	2.108 (1)

10.2.4 Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione 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

Paramento

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	100	50	15,71	0,00	0,00	0,00	0 (7)	0 (7)	0 (7)
2	100	51	15,71	0,00	0,00	1,24	3 (7)	0 (7)	31 (7)
3	100	52	15,71	22,62	-0,01	2,50	4 (7)	64 (7)	66 (7)
4	100	53	15,71	22,62	-0,01	3,79	7 (7)	96 (7)	98 (7)
5	100	54	15,71	22,62	-0,01	5,10	9 (7)	125 (7)	131 (7)
6	100	55	15,71	22,62	0,01	6,44	11 (7)	152 (7)	166 (7)
7	100	56	15,71	22,62	0,03	7,80	14 (7)	177 (7)	202 (7)
8	100	57	15,71	22,62	0,08	9,18	16 (7)	198 (7)	242 (7)
9	100	58	15,71	22,62	0,14	10,59	19 (7)	215 (7)	284 (7)
10	100	59	15,71	22,62	0,23	12,02	23 (7)	228 (7)	331 (7)
11	100	60	15,71	22,62	0,35	13,48	26 (7)	237 (7)	381 (7)
12	100	61	15,71	22,62	0,50	14,96	30 (7)	240 (7)	435 (7)
13	100	62	15,71	22,62	0,69	16,47	34 (7)	239 (7)	495 (7)
14	100	63	15,71	22,62	0,92	18,00	39 (7)	232 (7)	558 (7)
15	100	64	15,71	22,62	1,19	19,56	44 (7)	220 (7)	627 (7)
16	100	65	15,71	22,62	1,52	21,14	49 (7)	203 (7)	702 (7)
17	100	66	15,71	22,62	1,89	22,75	55 (7)	179 (7)	781 (7)
18	100	67	15,71	22,62	2,33	24,38	61 (7)	150 (7)	866 (7)
19	100	68	15,71	22,62	2,83	26,03	68 (7)	114 (7)	957 (7)
20	100	69	15,71	22,62	3,39	27,71	75 (7)	72 (7)	1055 (7)
21	100	70	15,71	22,62	4,04	29,41	82 (7)	19 (7)	1160 (7)
22	100	71	15,71	22,62	4,76	31,14	91 (7)	53 (7)	1277 (7)

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0118	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 60 di 73
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
23	100	72	15,71	22,62	5,58	32,89	100 (7)	149 (7)	1407 (7)
24	100	73	15,71	22,62	6,49	34,67	111 (7)	274 (7)	1552 (7)
25	100	74	15,71	22,62	7,51	36,47	123 (7)	435 (7)	1712 (7)
26	100	75	15,71	22,62	8,63	38,29	136 (7)	638 (7)	1890 (7)
27	100	76	15,71	22,62	9,87	40,14	151 (7)	890 (7)	2084 (7)
28	100	77	15,71	22,62	11,23	42,02	167 (7)	1195 (7)	2297 (7)
29	100	78	15,71	22,62	12,72	43,92	184 (7)	1560 (7)	2527 (7)
30	100	79	15,71	22,62	14,34	45,84	203 (7)	1987 (7)	2774 (7)
31	100	80	15,71	22,62	16,10	47,79	223 (7)	2480 (7)	3038 (7)
32	100	81	15,71	22,62	18,01	49,76	244 (7)	3040 (7)	3318 (7)
33	100	82	15,71	22,62	20,07	51,76	267 (7)	3669 (7)	3615 (7)
34	100	83	15,71	22,62	22,29	53,78	291 (7)	4367 (7)	3926 (7)
35	100	84	15,71	22,62	24,67	55,82	316 (7)	5136 (7)	4253 (7)
36	100	85	15,71	22,62	27,23	57,89	343 (7)	5976 (7)	4594 (7)
37	100	86	15,71	22,62	29,96	59,99	370 (7)	6886 (7)	4950 (7)
38	100	87	15,71	22,62	32,87	62,11	399 (7)	7867 (7)	5320 (7)
39	100	88	15,71	22,62	35,97	64,25	429 (7)	8920 (7)	5704 (7)
40	100	89	15,71	22,62	39,27	66,42	460 (7)	10044 (7)	6102 (7)
41	100	90	15,71	22,62	42,77	68,61	492 (7)	11241 (7)	6515 (7)
42	100	91	15,71	22,62	46,48	70,83	525 (7)	12510 (7)	6941 (7)
43	100	92	15,71	22,62	50,40	73,07	560 (7)	13851 (7)	7381 (7)
44	100	93	15,71	22,62	54,55	75,34	595 (7)	15265 (7)	7835 (7)
45	100	94	15,71	22,62	58,91	77,63	631 (7)	16753 (7)	8302 (7)
46	100	95	15,71	22,62	63,51	79,94	669 (7)	18315 (7)	8783 (7)
47	100	96	15,71	22,62	68,35	82,28	707 (7)	19950 (7)	9279 (7)
48	100	97	15,71	22,62	73,44	84,64	747 (7)	21660 (7)	9787 (7)
49	100	98	15,71	22,62	78,77	87,03	787 (7)	23445 (7)	10310 (7)
50	100	99	15,71	22,62	84,36	89,44	829 (7)	25304 (7)	10846 (7)
51	100	100	15,71	22,62	90,21	91,88	872 (7)	27240 (7)	11395 (7)
52	100	101	15,71	22,62	96,34	94,34	916 (7)	29251 (7)	11958 (7)
53	100	102	15,71	22,62	102,73	96,83	960 (7)	31338 (7)	12535 (7)
54	100	103	15,71	22,62	109,41	99,34	1006 (7)	33501 (7)	13125 (7)
55	100	104	15,71	22,62	116,38	101,87	1053 (7)	35742 (7)	13729 (7)
56	100	105	15,71	22,62	123,66	104,43	1101 (7)	38068 (7)	14348 (7)
57	100	106	15,71	22,62	131,27	107,02	1150 (7)	40488 (7)	14984 (7)
58	100	107	15,71	22,62	139,25	109,63	1201 (7)	43011 (7)	15640 (7)
59	100	108	15,71	22,62	147,63	112,26	1253 (7)	45648 (7)	16317 (7)
60	100	109	15,71	22,62	156,41	114,92	1307 (7)	48404 (7)	17016 (7)
61	100	110	15,71	22,62	165,63	117,60	1363 (7)	51282 (7)	17738 (7)
62	100	111	15,71	27,14	175,29	120,31	1337 (7)	45922 (7)	17592 (7)
63	100	112	15,71	27,14	185,41	123,04	1393 (7)	48555 (7)	18319 (7)
64	100	113	15,71	27,14	196,00	125,79	1450 (7)	51297 (7)	19068 (7)
65	100	114	15,71	27,14	207,08	128,57	1509 (7)	54150 (7)	19840 (7)
66	100	115	15,71	27,14	218,66	131,38	1570 (7)	57117 (7)	20634 (7)

Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

19920

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

1255271

[kPa]

Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1-1-P	85	100	10,18	10,18	1,47	-2,91	45 (7)	2380 (7)	3525 (7)
1-2-P	85	100	10,18	10,18	0,21	-7,41	92 (7)	1121 (7)	7174 (7)
1-3-P	85	100	10,18	10,18	0,08	-13,04	163 (7)	1975 (7)	12645 (7)
1-4-P	85	100	10,18	10,18	0,03	-22,71	284 (7)	3441 (7)	22029 (7)
1-5-P	85	100	10,18	10,18	0,00	-32,40	405 (7)	4910 (7)	31435 (7)
1-6-P	85	100	10,18	10,18	0,03	-22,71	284 (7)	3441 (7)	22029 (7)
1-7-P	85	100	10,18	10,18	0,08	-13,04	163 (7)	1975 (7)	12645 (7)
1-8-P	85	100	10,18	10,18	0,21	-7,41	92 (7)	1121 (7)	7174 (7)
1-9-P	85	100	10,18	10,18	1,47	-2,91	45 (7)	2380 (7)	3525 (7)
2-1-P	85	100	10,18	10,18	11,62	0,00	144 (7)	11177 (7)	1746 (7)
2-2-P	85	100	10,18	10,18	10,50	-0,03	130 (7)	10060 (7)	1571 (7)
2-3-P	85	100	10,18	10,18	10,08	-0,77	124 (7)	9656 (7)	3292 (7)
2-4-P	85	100	10,18	10,18	7,65	-21,25	400 (7)	10955 (7)	31046 (7)
2-5-P	85	100	10,18	10,18	8,04	-44,55	837 (7)	12395 (7)	64998 (7)

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	61 di 73

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
2-6-P	85	100	10,18	10,18	7,65	-21,25	400 (7)	10955 (7)	31046 (7)
2-7-P	85	100	10,18	10,18	10,08	-0,77	124 (7)	9656 (7)	3292 (7)
2-8-P	85	100	10,18	10,18	10,50	-0,03	130 (7)	10060 (7)	1571 (7)
2-9-P	85	100	10,18	10,18	11,62	0,00	144 (7)	11177 (7)	1746 (7)
5-1-P	96	100	10,18	10,18	4,48	-4,01	88 (8)	7259 (8)	3214 (8)
5-2-P	96	100	10,18	10,18	1,39	-4,89	41 (7)	3417 (7)	3301 (7)
5-3-P	96	100	10,18	10,18	0,04	-6,98	59 (7)	971 (7)	4832 (7)
5-4-P	96	100	10,18	10,18	0,00	-42,25	496 (7)	5939 (7)	40894 (7)
5-5-P	96	100	10,18	10,18	0,00	-77,57	983 (7)	11785 (7)	81156 (7)
5-6-P	96	100	10,18	10,18	0,00	-42,25	496 (7)	5939 (7)	40894 (7)
5-7-P	96	100	10,18	10,18	0,04	-6,98	59 (7)	971 (7)	4832 (7)
5-8-P	96	100	10,18	10,18	1,39	-4,89	41 (7)	3417 (7)	3301 (7)
5-9-P	96	100	10,18	10,18	4,48	-4,01	88 (8)	7259 (8)	3214 (8)
6-1-P	96	100	12,72	12,72	0,45	-2,92	39 (9)	482 (9)	2916 (9)
6-2-P	96	100	12,72	12,72	0,02	-6,36	71 (7)	865 (7)	5232 (7)
6-3-P	96	100	12,72	12,72	0,03	-10,15	112 (7)	1371 (7)	8293 (7)
6-4-P	96	100	12,72	12,72	0,02	-11,82	130 (7)	1590 (7)	9616 (7)
6-5-P	96	100	12,72	12,72	0,00	-13,47	148 (7)	1813 (7)	10963 (7)
6-6-P	96	100	12,72	12,72	0,02	-11,82	130 (7)	1590 (7)	9616 (7)
6-7-P	96	100	12,72	12,72	0,03	-10,15	112 (7)	1371 (7)	8293 (7)
6-8-P	96	100	12,72	12,72	0,02	-6,36	71 (7)	865 (7)	5232 (7)
6-9-P	96	100	12,72	12,72	0,45	-2,92	39 (9)	482 (9)	2916 (9)
7-1-P	96	100	10,18	10,18	1,49	-1,62	33 (7)	1502 (7)	2757 (7)
7-2-P	96	100	10,18	10,18	0,36	-6,57	85 (9)	1015 (9)	6992 (9)
7-3-P	96	100	10,18	10,18	0,21	-12,48	161 (9)	1929 (9)	13285 (9)
7-4-P	96	100	10,18	10,18	0,05	-22,32	288 (9)	3450 (9)	23754 (9)
7-5-P	96	100	10,18	10,18	0,00	-32,27	416 (9)	4988 (9)	34347 (9)
7-6-P	96	100	10,18	10,18	0,05	-22,32	288 (9)	3450 (9)	23754 (9)
7-7-P	96	100	10,18	10,18	0,21	-12,48	161 (9)	1929 (9)	13285 (9)
7-8-P	96	100	10,18	10,18	0,36	-6,57	85 (9)	1015 (9)	6992 (9)
7-9-P	96	100	10,18	10,18	1,49	-1,62	33 (7)	1502 (7)	2757 (7)
8-1-P	96	100	10,18	10,18	3,16	-1,94	51 (9)	4201 (9)	2070 (9)
8-2-P	96	100	10,18	10,18	0,73	-7,32	94 (9)	3860 (9)	7788 (9)
8-3-P	96	100	10,18	10,18	0,15	-14,55	188 (9)	2249 (9)	15486 (9)
8-4-P	96	100	10,18	10,18	0,00	-45,11	582 (9)	6972 (9)	48012 (9)
8-5-P	96	100	10,18	10,18	0,00	-75,82	978 (9)	11718 (9)	80694 (9)
8-6-P	96	100	10,18	10,18	0,00	-45,11	582 (9)	6972 (9)	48012 (9)
8-7-P	96	100	10,18	10,18	0,15	-14,55	188 (9)	2249 (9)	15486 (9)
8-8-P	96	100	10,18	10,18	0,73	-7,32	94 (9)	3860 (9)	7788 (9)
8-9-P	96	100	10,18	10,18	3,16	-1,94	51 (9)	4201 (9)	2070 (9)
9-1-S	90	100	15,21	15,21	2,65	-1,87	44 (7)	2876 (7)	1224 (7)
9-2-S	90	100	15,21	15,21	2,37	-2,84	58 (7)	3816 (7)	1890 (7)
9-3-S	90	100	15,21	15,21	2,99	-4,72	48 (7)	3183 (7)	3138 (7)
9-4-S	90	100	15,21	15,21	3,52	-7,09	72 (7)	3608 (7)	4744 (7)
9-5-S	90	100	15,21	15,21	11,67	-17,14	432 (7)	12337 (7)	28401 (7)
9-6-S	90	100	15,21	15,21	36,89	-0,04	358 (7)	23526 (7)	4470 (7)
9-7-S	90	100	15,21	15,21	87,11	0,00	853 (7)	56095 (7)	10658 (7)
9-8-S	90	100	15,21	15,21	139,54	0,00	1369 (7)	90058 (7)	17111 (7)
9-9-S	90	100	15,21	15,21	2,72	-26,89	363 (9)	6842 (9)	23859 (9)
9-10-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-54,82	394 (7)	4923 (7)	25909 (7)
9-11-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-66,08	524 (7)	6549 (7)	34468 (7)
9-12-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-57,35	441 (7)	5516 (7)	29030 (7)
9-13-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-29,15	152 (7)	1894 (7)	9970 (7)
9-14-S	90	100	15,21	15,21	12,88	-0,23	141 (9)	9250 (9)	1757 (9)
9-15-S	90	100	15,21	15,21	23,58	-0,02	257 (9)	16934 (9)	3217 (9)
9-16-S	90	100	15,21	15,21	33,84	0,00	369 (9)	24302 (9)	4617 (9)
9-17-S	90	100	15,21	15,21	36,90	0,00	403 (9)	26501 (9)	5035 (9)
9-18-S	90	100	15,21	15,21	29,61	-0,05	323 (9)	21266 (9)	4040 (9)
9-19-S	90	100	15,21	15,21	22,46	-0,24	245 (9)	16135 (9)	3066 (9)
9-20-S	90	100	15,21	15,21	3,15	-3,01	57 (9)	3766 (9)	2164 (9)
9-21-S	90	100	15,21	15,21	0,02	-25,42	264 (7)	3301 (7)	17373 (7)
9-22-S	90	100	15,21	15,21	0,01	-34,79	379 (7)	4742 (7)	24956 (7)
9-23-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-16,76	183 (7)	2285 (7)	12029 (7)
9-24-S	90	100	15,21	15,21	0,58	-6,94	76 (9)	2065 (9)	4984 (9)
9-25-S	90	100	15,21	15,21	2,20	-2,05	40 (9)	2628 (9)	1472 (9)

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	62 di 73

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σ	ofi	ofs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
10-1-S	90	100	15,21	15,21	2,65	-1,87	44 (7)	2876 (7)	1224 (7)
10-2-S	90	100	15,21	15,21	2,37	-2,84	58 (7)	3816 (7)	1890 (7)
10-3-S	90	100	15,21	15,21	2,99	-4,72	48 (7)	3183 (7)	3138 (7)
10-4-S	90	100	15,21	15,21	3,52	-7,09	72 (7)	3608 (7)	4744 (7)
10-5-S	90	100	15,21	15,21	11,67	-17,14	432 (7)	12337 (7)	28401 (7)
10-6-S	90	100	15,21	15,21	36,89	-0,04	358 (7)	23526 (7)	4470 (7)
10-7-S	90	100	15,21	15,21	87,11	0,00	853 (7)	56095 (7)	10658 (7)
10-8-S	90	100	15,21	15,21	139,54	0,00	1369 (7)	90058 (7)	17111 (7)
10-9-S	90	100	15,21	15,21	2,72	-26,89	363 (9)	6842 (9)	23859 (9)
10-10-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-54,82	394 (7)	4923 (7)	25909 (7)
10-11-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-66,08	524 (7)	6549 (7)	34468 (7)
10-12-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-57,35	441 (7)	5516 (7)	29030 (7)
10-13-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-29,15	152 (7)	1894 (7)	9970 (7)
10-14-S	90	100	15,21	15,21	12,88	-0,23	141 (9)	9250 (9)	1757 (9)
10-15-S	90	100	15,21	15,21	23,58	-0,02	257 (9)	16934 (9)	3217 (9)
10-16-S	90	100	15,21	15,21	33,84	0,00	369 (9)	24302 (9)	4617 (9)
10-17-S	90	100	15,21	15,21	36,90	0,00	403 (9)	26501 (9)	5035 (9)
10-18-S	90	100	15,21	15,21	29,61	-0,05	323 (9)	21266 (9)	4040 (9)
10-19-S	90	100	15,21	15,21	22,46	-0,24	245 (9)	16135 (9)	3066 (9)
10-20-S	90	100	15,21	15,21	3,15	-3,01	57 (9)	3766 (9)	2164 (9)
10-21-S	90	100	15,21	15,21	0,02	-25,42	264 (7)	3301 (7)	17373 (7)
10-22-S	90	100	15,21	15,21	0,01	-34,79	379 (7)	4742 (7)	24956 (7)
10-23-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-16,76	183 (7)	2285 (7)	12029 (7)
10-24-S	90	100	15,21	15,21	0,58	-6,94	76 (9)	2065 (9)	4984 (9)
10-25-S	90	100	15,21	15,21	2,20	-2,05	40 (9)	2628 (9)	1472 (9)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

11205

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

450000

[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ	ofi	ofs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	15,71	0,00	0,00	0,00	0 (9)	0 (9)	0 (9)
2	100	51	15,71	0,00	0,00	1,24	3 (9)	0 (9)	31 (9)
3	100	52	15,71	22,62	-0,01	2,50	4 (9)	64 (9)	66 (9)
4	100	53	15,71	22,62	-0,01	3,79	7 (9)	96 (9)	98 (9)
5	100	54	15,71	22,62	-0,01	5,10	9 (9)	125 (9)	131 (9)
6	100	55	15,71	22,62	0,01	6,44	11 (9)	152 (9)	166 (9)
7	100	56	15,71	22,62	0,03	7,80	14 (9)	177 (9)	202 (9)
8	100	57	15,71	22,62	0,08	9,18	16 (9)	198 (9)	242 (9)
9	100	58	15,71	22,62	0,14	10,59	19 (9)	215 (9)	284 (9)
10	100	59	15,71	22,62	0,23	12,02	23 (9)	228 (9)	331 (9)
11	100	60	15,71	22,62	0,35	13,48	26 (9)	237 (9)	381 (9)
12	100	61	15,71	22,62	0,50	14,96	30 (9)	240 (9)	435 (9)
13	100	62	15,71	22,62	0,69	16,47	34 (9)	239 (9)	495 (9)
14	100	63	15,71	22,62	0,92	18,00	39 (9)	232 (9)	558 (9)
15	100	64	15,71	22,62	1,19	19,56	44 (9)	220 (9)	627 (9)
16	100	65	15,71	22,62	1,52	21,14	49 (9)	203 (9)	702 (9)
17	100	66	15,71	22,62	1,89	22,75	55 (9)	179 (9)	781 (9)
18	100	67	15,71	22,62	2,33	24,38	61 (9)	150 (9)	866 (9)
19	100	68	15,71	22,62	2,83	26,03	68 (9)	114 (9)	957 (9)
20	100	69	15,71	22,62	3,39	27,71	75 (9)	72 (9)	1055 (9)
21	100	70	15,71	22,62	4,04	29,41	82 (9)	19 (9)	1160 (9)
22	100	71	15,71	22,62	4,76	31,14	91 (9)	53 (9)	1277 (9)
23	100	72	15,71	22,62	5,58	32,89	100 (9)	149 (9)	1407 (9)
24	100	73	15,71	22,62	6,49	34,67	111 (9)	274 (9)	1552 (9)
25	100	74	15,71	22,62	7,51	36,47	123 (9)	435 (9)	1712 (9)
26	100	75	15,71	22,62	8,63	38,29	136 (9)	638 (9)	1890 (9)
27	100	76	15,71	22,62	9,87	40,14	151 (9)	890 (9)	2084 (9)
28	100	77	15,71	22,62	11,23	42,02	167 (9)	1195 (9)	2297 (9)
29	100	78	15,71	22,62	12,72	43,92	184 (9)	1560 (9)	2527 (9)
30	100	79	15,71	22,62	14,34	45,84	203 (9)	1987 (9)	2774 (9)
31	100	80	15,71	22,62	16,10	47,79	223 (9)	2480 (9)	3038 (9)
32	100	81	15,71	22,62	18,01	49,76	244 (9)	3040 (9)	3318 (9)

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	63 di 73

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
33	100	82	15,71	22,62	20,07	51,76	267 (9)	3669 (9)	3615 (9)
34	100	83	15,71	22,62	22,29	53,78	291 (9)	4367 (9)	3926 (9)
35	100	84	15,71	22,62	24,67	55,82	316 (9)	5136 (9)	4253 (9)
36	100	85	15,71	22,62	27,23	57,89	343 (9)	5976 (9)	4594 (9)
37	100	86	15,71	22,62	29,96	59,99	370 (9)	6886 (9)	4950 (9)
38	100	87	15,71	22,62	32,87	62,11	399 (9)	7867 (9)	5320 (9)
39	100	88	15,71	22,62	35,97	64,25	429 (9)	8920 (9)	5704 (9)
40	100	89	15,71	22,62	39,27	66,42	460 (9)	10044 (9)	6102 (9)
41	100	90	15,71	22,62	42,77	68,61	492 (9)	11241 (9)	6515 (9)
42	100	91	15,71	22,62	46,48	70,83	525 (9)	12510 (9)	6941 (9)
43	100	92	15,71	22,62	50,40	73,07	560 (9)	13851 (9)	7381 (9)
44	100	93	15,71	22,62	54,55	75,34	595 (9)	15265 (9)	7835 (9)
45	100	94	15,71	22,62	58,91	77,63	631 (9)	16753 (9)	8302 (9)
46	100	95	15,71	22,62	63,51	79,94	669 (9)	18315 (9)	8783 (9)
47	100	96	15,71	22,62	68,35	82,28	707 (9)	19950 (9)	9279 (9)
48	100	97	15,71	22,62	73,44	84,64	747 (9)	21660 (9)	9787 (9)
49	100	98	15,71	22,62	78,77	87,03	787 (9)	23445 (9)	10310 (9)
50	100	99	15,71	22,62	84,36	89,44	829 (9)	25304 (9)	10846 (9)
51	100	100	15,71	22,62	90,21	91,88	872 (9)	27240 (9)	11395 (9)
52	100	101	15,71	22,62	96,34	94,34	916 (9)	29251 (9)	11958 (9)
53	100	102	15,71	22,62	102,73	96,83	960 (9)	31338 (9)	12535 (9)
54	100	103	15,71	22,62	109,41	99,34	1006 (9)	33501 (9)	13125 (9)
55	100	104	15,71	22,62	116,38	101,87	1053 (9)	35742 (9)	13729 (9)
56	100	105	15,71	22,62	123,65	104,43	1101 (9)	38063 (9)	14347 (9)
57	100	106	15,71	22,62	131,23	107,02	1150 (9)	40468 (9)	14980 (9)
58	100	107	15,71	22,62	139,14	109,63	1200 (9)	42961 (9)	15628 (9)
59	100	108	15,71	22,62	147,40	112,26	1251 (9)	45546 (9)	16293 (9)
60	100	109	15,71	22,62	156,01	114,92	1304 (9)	48226 (9)	16975 (9)
61	100	110	15,71	22,62	164,99	117,60	1358 (9)	51004 (9)	17674 (9)
62	100	111	15,71	27,14	174,36	120,31	1331 (9)	45585 (9)	17506 (9)
63	100	112	15,71	27,14	184,13	123,04	1384 (9)	48093 (9)	18202 (9)
64	100	113	15,71	27,14	194,31	125,79	1438 (9)	50691 (9)	18915 (9)
65	100	114	15,71	27,14	204,92	128,57	1494 (9)	53382 (9)	19646 (9)
66	100	115	15,71	27,14	215,96	131,38	1551 (9)	56166 (9)	20396 (9)

Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

14940

[kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio

1569089

[kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-1-P	85	100	10,18	10,18	1,47	-2,91	45 (7)	2380 (7)	3525 (7)
1-2-P	85	100	10,18	10,18	0,21	-7,41	92 (7)	1121 (7)	7174 (7)
1-3-P	85	100	10,18	10,18	0,08	-13,04	163 (7)	1975 (7)	12645 (7)
1-4-P	85	100	10,18	10,18	0,03	-22,71	284 (7)	3441 (7)	22029 (7)
1-5-P	85	100	10,18	10,18	0,00	-32,40	405 (7)	4910 (7)	31435 (7)
1-6-P	85	100	10,18	10,18	0,03	-22,71	284 (7)	3441 (7)	22029 (7)
1-7-P	85	100	10,18	10,18	0,08	-13,04	163 (7)	1975 (7)	12645 (7)
1-8-P	85	100	10,18	10,18	0,21	-7,41	92 (7)	1121 (7)	7174 (7)
1-9-P	85	100	10,18	10,18	1,47	-2,91	45 (7)	2380 (7)	3525 (7)
2-1-P	85	100	10,18	10,18	11,62	0,00	144 (7)	11177 (7)	1746 (7)
2-2-P	85	100	10,18	10,18	10,50	-0,03	130 (7)	10060 (7)	1571 (7)
2-3-P	85	100	10,18	10,18	10,08	-0,77	124 (7)	9656 (7)	3292 (7)
2-4-P	85	100	10,18	10,18	7,65	-21,25	400 (7)	10955 (7)	31046 (7)
2-5-P	85	100	10,18	10,18	8,04	-44,55	837 (7)	12395 (7)	64998 (7)
2-6-P	85	100	10,18	10,18	7,65	-21,25	400 (7)	10955 (7)	31046 (7)
2-7-P	85	100	10,18	10,18	10,08	-0,77	124 (7)	9656 (7)	3292 (7)
2-8-P	85	100	10,18	10,18	10,50	-0,03	130 (7)	10060 (7)	1571 (7)
2-9-P	85	100	10,18	10,18	11,62	0,00	144 (7)	11177 (7)	1746 (7)
5-1-P	96	100	10,18	10,18	4,48	-4,01	88 (8)	7259 (8)	3214 (8)
5-2-P	96	100	10,18	10,18	1,39	-4,89	41 (7)	3417 (7)	3301 (7)
5-3-P	96	100	10,18	10,18	0,04	-6,98	59 (7)	971 (7)	4832 (7)
5-4-P	96	100	10,18	10,18	0,00	-42,25	496 (7)	5939 (7)	40894 (7)
5-5-P	96	100	10,18	10,18	0,00	-77,57	983 (7)	11785 (7)	81156 (7)
5-6-P	96	100	10,18	10,18	0,00	-42,25	496 (7)	5939 (7)	40894 (7)

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0118	Id.doc REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 64 di 73
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	----------------	-----------	--------------------------

Is	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
5-7-P	96	100	10,18	10,18	0,04	-6,98	59 (7)	971 (7)	4832 (7)
5-8-P	96	100	10,18	10,18	1,39	-4,89	41 (7)	3417 (7)	3301 (7)
5-9-P	96	100	10,18	10,18	4,48	-4,01	88 (8)	7259 (8)	3214 (8)
6-1-P	96	100	12,72	12,72	0,45	-2,92	39 (9)	482 (9)	2916 (9)
6-2-P	96	100	12,72	12,72	0,02	-6,36	71 (7)	865 (7)	5232 (7)
6-3-P	96	100	12,72	12,72	0,03	-10,15	112 (7)	1371 (7)	8293 (7)
6-4-P	96	100	12,72	12,72	0,02	-11,82	130 (7)	1590 (7)	9616 (7)
6-5-P	96	100	12,72	12,72	0,00	-13,47	148 (7)	1813 (7)	10963 (7)
6-6-P	96	100	12,72	12,72	0,02	-11,82	130 (7)	1590 (7)	9616 (7)
6-7-P	96	100	12,72	12,72	0,03	-10,15	112 (7)	1371 (7)	8293 (7)
6-8-P	96	100	12,72	12,72	0,02	-6,36	71 (7)	865 (7)	5232 (7)
6-9-P	96	100	12,72	12,72	0,45	-2,92	39 (9)	482 (9)	2916 (9)
7-1-P	96	100	10,18	10,18	1,49	-1,62	33 (7)	1502 (7)	2757 (7)
7-2-P	96	100	10,18	10,18	0,36	-6,57	85 (9)	1015 (9)	6992 (9)
7-3-P	96	100	10,18	10,18	0,21	-12,48	161 (9)	1929 (9)	13285 (9)
7-4-P	96	100	10,18	10,18	0,05	-22,32	288 (9)	3450 (9)	23754 (9)
7-5-P	96	100	10,18	10,18	0,00	-32,27	416 (9)	4988 (9)	34347 (9)
7-6-P	96	100	10,18	10,18	0,05	-22,32	288 (9)	3450 (9)	23754 (9)
7-7-P	96	100	10,18	10,18	0,21	-12,48	161 (9)	1929 (9)	13285 (9)
7-8-P	96	100	10,18	10,18	0,36	-6,57	85 (9)	1015 (9)	6992 (9)
7-9-P	96	100	10,18	10,18	1,49	-1,62	33 (7)	1502 (7)	2757 (7)
8-1-P	96	100	10,18	10,18	3,16	-1,94	51 (9)	4201 (9)	2070 (9)
8-2-P	96	100	10,18	10,18	0,73	-7,32	94 (9)	3860 (9)	7788 (9)
8-3-P	96	100	10,18	10,18	0,15	-14,55	188 (9)	2249 (9)	15486 (9)
8-4-P	96	100	10,18	10,18	0,00	-45,11	582 (9)	6972 (9)	48012 (9)
8-5-P	96	100	10,18	10,18	0,00	-75,82	978 (9)	11718 (9)	80694 (9)
8-6-P	96	100	10,18	10,18	0,00	-45,11	582 (9)	6972 (9)	48012 (9)
8-7-P	96	100	10,18	10,18	0,15	-14,55	188 (9)	2249 (9)	15486 (9)
8-8-P	96	100	10,18	10,18	0,73	-7,32	94 (9)	3860 (9)	7788 (9)
8-9-P	96	100	10,18	10,18	3,16	-1,94	51 (9)	4201 (9)	2070 (9)
9-1-S	90	100	15,21	15,21	2,65	-1,87	44 (7)	2876 (7)	1224 (7)
9-2-S	90	100	15,21	15,21	2,37	-2,84	58 (7)	3816 (7)	1890 (7)
9-3-S	90	100	15,21	15,21	2,99	-4,72	48 (7)	3183 (7)	3138 (7)
9-4-S	90	100	15,21	15,21	3,52	-7,09	72 (7)	3608 (7)	4744 (7)
9-5-S	90	100	15,21	15,21	11,67	-17,14	432 (7)	12337 (7)	28401 (7)
9-6-S	90	100	15,21	15,21	36,89	-0,04	358 (7)	23526 (7)	4470 (7)
9-7-S	90	100	15,21	15,21	87,11	0,00	853 (7)	56095 (7)	10658 (7)
9-8-S	90	100	15,21	15,21	139,54	0,00	1369 (7)	90058 (7)	17111 (7)
9-9-S	90	100	15,21	15,21	2,72	-26,89	363 (9)	6842 (9)	23859 (9)
9-10-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-54,82	394 (7)	4923 (7)	25909 (7)
9-11-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-66,08	524 (7)	6549 (7)	34468 (7)
9-12-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-57,35	441 (7)	5516 (7)	29030 (7)
9-13-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-29,15	152 (7)	1894 (7)	9970 (7)
9-14-S	90	100	15,21	15,21	12,88	-0,23	141 (9)	9250 (9)	1757 (9)
9-15-S	90	100	15,21	15,21	23,58	-0,02	257 (9)	16934 (9)	3217 (9)
9-16-S	90	100	15,21	15,21	33,84	0,00	369 (9)	24302 (9)	4617 (9)
9-17-S	90	100	15,21	15,21	36,90	0,00	403 (9)	26501 (9)	5035 (9)
9-18-S	90	100	15,21	15,21	29,61	-0,05	323 (9)	21266 (9)	4040 (9)
9-19-S	90	100	15,21	15,21	22,46	-0,24	245 (9)	16135 (9)	3066 (9)
9-20-S	90	100	15,21	15,21	3,15	-3,01	57 (9)	3766 (9)	2164 (9)
9-21-S	90	100	15,21	15,21	0,02	-25,42	264 (7)	3301 (7)	17373 (7)
9-22-S	90	100	15,21	15,21	0,01	-34,79	379 (7)	4742 (7)	24956 (7)
9-23-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-16,76	183 (7)	2285 (7)	12029 (7)
9-24-S	90	100	15,21	15,21	0,58	-6,94	76 (9)	2065 (9)	4984 (9)
9-25-S	90	100	15,21	15,21	2,20	-2,05	40 (9)	2628 (9)	1472 (9)
10-1-S	90	100	15,21	15,21	2,65	-1,87	44 (7)	2876 (7)	1224 (7)
10-2-S	90	100	15,21	15,21	2,37	-2,84	58 (7)	3816 (7)	1890 (7)
10-3-S	90	100	15,21	15,21	2,99	-4,72	48 (7)	3183 (7)	3138 (7)
10-4-S	90	100	15,21	15,21	3,52	-7,09	72 (7)	3608 (7)	4744 (7)
10-5-S	90	100	15,21	15,21	11,67	-17,14	432 (7)	12337 (7)	28401 (7)
10-6-S	90	100	15,21	15,21	36,89	-0,04	358 (7)	23526 (7)	4470 (7)
10-7-S	90	100	15,21	15,21	87,11	0,00	853 (7)	56095 (7)	10658 (7)
10-8-S	90	100	15,21	15,21	139,54	0,00	1369 (7)	90058 (7)	17111 (7)
10-9-S	90	100	15,21	15,21	2,72	-26,89	363 (9)	6842 (9)	23859 (9)
10-10-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-54,82	394 (7)	4923 (7)	25909 (7)

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	65 di 73

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
10-11-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-66,08	524 (7)	6549 (7)	34468 (7)
10-12-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-57,35	441 (7)	5516 (7)	29030 (7)
10-13-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-29,15	152 (7)	1894 (7)	9970 (7)
10-14-S	90	100	15,21	15,21	12,88	-0,23	141 (9)	9250 (9)	1757 (9)
10-15-S	90	100	15,21	15,21	23,58	-0,02	257 (9)	16934 (9)	3217 (9)
10-16-S	90	100	15,21	15,21	33,84	0,00	369 (9)	24302 (9)	4617 (9)
10-17-S	90	100	15,21	15,21	36,90	0,00	403 (9)	26501 (9)	5035 (9)
10-18-S	90	100	15,21	15,21	29,61	-0,05	323 (9)	21266 (9)	4040 (9)
10-19-S	90	100	15,21	15,21	22,46	-0,24	245 (9)	16135 (9)	3066 (9)
10-20-S	90	100	15,21	15,21	3,15	-3,01	57 (9)	3766 (9)	2164 (9)
10-21-S	90	100	15,21	15,21	0,02	-25,42	264 (7)	3301 (7)	17373 (7)
10-22-S	90	100	15,21	15,21	0,01	-34,79	379 (7)	4742 (7)	24956 (7)
10-23-S	90	100	15,21	15,21	0,00	-16,76	183 (7)	2285 (7)	12029 (7)
10-24-S	90	100	15,21	15,21	0,58	-6,94	76 (9)	2065 (9)	4984 (9)
10-25-S	90	100	15,21	15,21	2,20	-2,05	40 (9)	2628 (9)	1472 (9)

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

Paramento

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 (8)
2	100	51	0,00	0,00	0,00	-3,04	0,000000	0,00	0,000 (8)
3	100	52	0,00	0,00	-0,01	-4,19	0,000000	0,00	0,000 (8)
4	100	53	0,00	0,00	-0,01	-3,94	0,000000	0,00	0,000 (8)
5	100	54	0,00	0,00	-0,01	-2,10	0,000000	0,00	0,000 (8)
6	100	55	0,00	0,00	0,01	1,47	0,000000	0,00	0,000 (8)
7	100	56	0,00	0,00	0,03	7,03	0,000000	0,00	0,000 (8)
8	100	57	0,00	0,00	0,08	14,96	0,000000	0,00	0,000 (8)
9	100	58	0,00	0,00	0,14	25,81	0,000000	0,00	0,000 (8)
10	100	59	0,00	0,00	0,23	40,38	0,000000	0,00	0,000 (8)
11	100	60	0,00	0,00	0,35	59,84	0,000000	0,00	0,000 (8)
12	100	61	0,00	0,00	0,50	85,93	0,000000	0,00	0,000 (8)
13	100	62	0,00	0,00	0,69	121,39	0,000000	0,00	0,000 (8)
14	100	63	0,00	0,00	0,92	170,75	0,000000	0,00	0,000 (8)
15	100	64	0,00	0,00	1,19	242,04	0,000000	0,00	0,000 (8)
16	100	65	0,00	0,00	1,52	351,04	0,000000	0,00	0,000 (8)
17	100	66	0,00	0,00	1,89	533,64	0,000000	0,00	0,000 (8)
18	100	67	0,00	0,00	2,33	893,09	0,000000	0,00	0,000 (8)
19	100	68	0,00	0,00	2,83	1899,60	0,000000	0,00	0,000 (8)
20	100	69	0,00	0,00	3,39	18618,69	0,000000	0,00	0,000 (8)
21	100	70	0,00	0,00	4,04	3059,34	0,000000	0,00	0,000 (8)
22	100	71	0,00	0,00	4,76	1574,04	0,000000	0,00	0,000 (8)
23	100	72	22,62	505,93	5,58	1128,41	0,000000	0,00	0,000 (8)
24	100	73	22,62	687,53	6,49	916,91	0,000000	0,00	0,000 (8)
25	100	74	22,62	868,07	7,51	795,46	0,000000	0,00	0,000 (8)
26	100	75	22,62	1045,07	8,63	718,12	0,000000	0,00	0,000 (8)
27	100	76	22,62	1216,31	9,87	665,69	0,000000	0,00	0,000 (8)
28	100	77	22,62	1379,98	11,23	628,70	0,000000	0,00	0,000 (8)
29	100	78	22,62	1534,89	12,72	601,97	0,000000	0,00	0,000 (8)
30	100	79	22,62	1680,45	14,34	582,40	0,000000	0,00	0,000 (8)
31	100	80	22,62	1816,59	16,10	568,03	0,000000	0,00	0,000 (8)

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0118	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 66 di 73
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
32	100	81	22,62	1943,65	18,01	557,58	0,000000	0,00	0,000 (8)
33	100	82	22,62	2062,23	20,07	550,15	0,000000	0,00	0,000 (8)
34	100	83	22,62	2173,06	22,29	545,09	0,000000	0,00	0,000 (8)
35	100	84	22,62	2276,94	24,67	541,96	0,000000	0,00	0,000 (8)
36	100	85	22,62	2374,75	27,23	540,38	0,000000	0,00	0,000 (8)
37	100	86	22,62	2466,99	29,96	540,11	0,000000	0,00	0,000 (8)
38	100	87	22,62	2554,42	32,87	540,94	0,000000	0,00	0,000 (8)
39	100	88	22,62	2637,62	35,97	542,70	0,000000	0,00	0,000 (8)
40	100	89	22,62	2717,10	39,27	545,26	0,000000	0,00	0,000 (8)
41	100	90	22,62	2793,31	42,77	548,52	0,000000	0,00	0,000 (8)
42	100	91	22,62	2866,63	46,48	552,40	0,000000	0,00	0,000 (8)
43	100	92	22,62	2937,40	50,40	556,82	0,000000	0,00	0,000 (8)
44	100	93	22,62	3005,92	54,55	561,73	0,000000	0,00	0,000 (8)
45	100	94	22,62	3072,44	58,91	567,07	0,000000	0,00	0,000 (8)
46	100	95	22,62	3137,17	63,51	572,81	0,000000	0,00	0,000 (8)
47	100	96	22,62	3200,30	68,35	578,91	0,000000	0,00	0,000 (8)
48	100	97	22,62	3262,01	73,44	585,34	0,000000	0,00	0,000 (8)
49	100	98	22,62	3322,44	78,77	592,08	0,000000	0,00	0,000 (8)
50	100	99	22,62	3381,71	84,36	599,10	0,000000	0,00	0,000 (8)
51	100	100	22,62	3439,95	90,21	606,37	0,000000	0,00	0,000 (8)
52	100	101	22,62	3497,24	96,34	613,90	0,000000	0,00	0,000 (8)
53	100	102	22,62	3553,67	102,73	621,66	0,000000	0,00	0,000 (8)
54	100	103	22,62	3609,32	109,41	629,63	0,000000	0,00	0,000 (8)
55	100	104	22,62	3664,27	116,38	637,81	0,000000	0,00	0,000 (8)
56	100	105	22,62	3718,60	123,65	646,18	0,000000	0,00	0,000 (8)
57	100	106	22,62	3772,40	131,23	654,72	0,000000	0,00	0,000 (8)
58	100	107	22,62	3825,75	139,15	663,42	0,000000	0,00	0,000 (8)
59	100	108	22,62	3878,71	147,42	672,27	0,000000	0,00	0,000 (8)
60	100	109	22,62	3931,35	156,07	681,24	0,000000	0,00	0,000 (8)
61	100	110	22,62	3983,73	165,12	690,34	0,000000	0,00	0,000 (8)
62	100	111	27,14	3917,57	174,60	712,72	0,000000	0,00	0,000 (8)
63	100	112	27,14	3969,14	184,53	722,13	0,000000	0,00	0,000 (8)
64	100	113	27,14	4020,50	194,92	731,65	0,000000	0,00	0,000 (8)
65	100	114	27,14	4071,67	205,78	741,28	0,000000	0,00	0,000 (8)
66	100	115	27,14	4122,64	217,12	751,02	0,000000	0,00	0,000 (8)

Piastra fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	85	100	10,18	2549,96	-2,84	485,37	0,000000	0,00	0,000
1-2-P	85	100	10,18	2549,96	-7,22	485,37	0,000000	0,00	0,000
1-3-P	85	100	10,18	2549,96	-12,71	485,37	0,000000	0,00	0,000
1-4-P	85	100	0,00	0,00	-22,14	0,00	0,000000	0,00	0,000
1-5-P	85	100	10,18	3582,74	-31,58	-485,37	0,000000	0,00	0,000
1-6-P	85	100	0,00	0,00	-22,14	0,00	0,000000	0,00	0,000
1-7-P	85	100	10,18	2549,96	-12,71	485,37	0,000000	0,00	0,000
1-8-P	85	100	10,18	2549,96	-7,22	485,37	0,000000	0,00	0,000
1-9-P	85	100	10,18	2549,96	-2,84	485,37	0,000000	0,00	0,000
2-1-P	85	100	10,18	2550,00	11,30	485,38	0,000000	0,00	0,000
2-2-P	85	100	10,18	2550,00	10,20	485,38	0,000000	0,00	0,000
2-3-P	85	100	10,18	2550,00	9,80	485,38	0,000000	0,00	0,000
2-4-P	85	100	10,18	2550,00	-20,73	485,38	0,000000	0,00	0,000
2-5-P	85	100	10,18	2550,00	-43,45	485,38	0,000000	0,00	0,000
2-6-P	85	100	10,18	2550,00	-20,73	485,38	0,000000	0,00	0,000
2-7-P	85	100	10,18	2550,00	9,80	485,38	0,000000	0,00	0,000
2-8-P	85	100	10,18	2550,00	10,20	485,38	0,000000	0,00	0,000
2-9-P	85	100	10,18	2550,00	11,30	485,38	0,000000	0,00	0,000
5-1-P	96	100	10,18	2887,50	4,48	544,04	0,000000	0,00	0,000
5-2-P	96	100	10,18	2887,50	-4,29	544,04	0,000000	0,00	0,000
5-3-P	96	100	10,18	2887,50	-6,18	544,04	0,000000	0,00	0,000
5-4-P	96	100	10,18	4094,50	-41,07	-544,04	0,000000	0,00	0,000
5-5-P	96	100	10,18	4094,50	-76,04	-544,04	0,000000	0,00	0,000
5-6-P	96	100	10,18	4094,50	-41,07	-544,04	0,000000	0,00	0,000

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0118	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 67 di 73
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
5-7-P	96	100	10,18	2887,50	-6,18	544,04	0,000000	0,00	0,000
5-8-P	96	100	10,18	2887,50	-4,29	544,04	0,000000	0,00	0,000
5-9-P	96	100	10,18	2887,50	4,48	544,04	0,000000	0,00	0,000
6-1-P	96	100	12,72	3194,24	-3,00	554,59	0,000000	0,00	0,000
6-2-P	96	100	0,00	0,00	-6,29	0,00	0,000000	0,00	0,000
6-3-P	96	100	0,00	0,00	-10,02	0,00	0,000000	0,00	0,000
6-4-P	96	100	0,00	0,00	-11,66	0,00	0,000000	0,00	0,000
6-5-P	96	100	12,72	4026,16	-13,29	-554,59	0,000000	0,00	0,000
6-6-P	96	100	0,00	0,00	-11,66	0,00	0,000000	0,00	0,000
6-7-P	96	100	0,00	0,00	-10,02	0,00	0,000000	0,00	0,000
6-8-P	96	100	0,00	0,00	-6,29	0,00	0,000000	0,00	0,000
6-9-P	96	100	12,72	3194,24	-3,00	554,59	0,000000	0,00	0,000
7-1-P	96	100	10,18	2887,50	-1,59	544,04	0,000000	0,00	0,000
7-2-P	96	100	10,18	2887,50	-6,41	544,04	0,000000	0,00	0,000
7-3-P	96	100	10,18	2887,50	-12,16	544,04	0,000000	0,00	0,000
7-4-P	96	100	0,00	0,00	-21,80	0,00	0,000000	0,00	0,000
7-5-P	96	100	10,18	4094,50	-31,54	-544,04	0,000000	0,00	0,000
7-6-P	96	100	0,00	0,00	-21,80	0,00	0,000000	0,00	0,000
7-7-P	96	100	10,18	2887,50	-12,16	544,04	0,000000	0,00	0,000
7-8-P	96	100	10,18	2887,50	-6,41	544,04	0,000000	0,00	0,000
7-9-P	96	100	10,18	2887,50	-1,59	544,04	0,000000	0,00	0,000
8-1-P	96	100	10,18	2887,50	3,10	544,04	0,000000	0,00	0,000
8-2-P	96	100	10,18	2887,50	-7,10	544,04	0,000000	0,00	0,000
8-3-P	96	100	10,18	2887,50	-14,15	544,04	0,000000	0,00	0,000
8-4-P	96	100	0,00	0,00	-44,03	0,00	0,000000	0,00	0,000
8-5-P	96	100	10,18	4094,50	-74,08	-544,04	0,000000	0,00	0,000
8-6-P	96	100	0,00	0,00	-44,03	0,00	0,000000	0,00	0,000
8-7-P	96	100	10,18	2887,50	-14,15	544,04	0,000000	0,00	0,000
8-8-P	96	100	10,18	2887,50	-7,10	544,04	0,000000	0,00	0,000
8-9-P	96	100	10,18	2887,50	3,10	544,04	0,000000	0,00	0,000
9-1-S	90	100	15,21	3240,00	2,58	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-2-S	90	100	15,21	3240,00	-2,78	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-3-S	90	100	15,21	3240,00	-4,62	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-4-S	90	100	15,21	3240,00	-6,96	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-5-S	90	100	15,21	3240,00	-16,77	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-6-S	90	100	15,21	3240,00	35,74	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-7-S	90	100	15,21	3240,00	84,59	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-8-S	90	100	15,21	3240,00	135,59	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-9-S	90	100	15,21	3240,00	-37,87	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-10-S	90	100	15,21	3689,63	-48,73	-532,29	0,000000	0,00	0,000
9-11-S	90	100	0,00	0,00	-60,29	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-12-S	90	100	0,00	0,00	-51,98	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-13-S	90	100	0,00	0,00	-24,30	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-14-S	90	100	15,21	3240,00	5,34	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-15-S	90	100	15,21	3240,00	15,52	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-16-S	90	100	15,21	3240,00	26,96	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-17-S	90	100	15,21	3240,00	31,24	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-18-S	90	100	15,21	3240,00	25,17	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-19-S	90	100	15,21	3240,00	19,28	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-20-S	90	100	15,21	3240,00	-3,89	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-21-S	90	100	0,00	0,00	-25,03	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-22-S	90	100	0,00	0,00	-34,77	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-23-S	90	100	15,21	3689,63	-16,76	-532,29	0,000000	0,00	0,000
9-24-S	90	100	15,21	3240,00	-6,90	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-25-S	90	100	15,21	3240,00	2,14	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-1-S	90	100	15,21	3240,00	2,58	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-2-S	90	100	15,21	3240,00	-2,78	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-3-S	90	100	15,21	3240,00	-4,62	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-4-S	90	100	15,21	3240,00	-6,96	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-5-S	90	100	15,21	3240,00	-16,77	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-6-S	90	100	15,21	3240,00	35,74	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-7-S	90	100	15,21	3240,00	84,59	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-8-S	90	100	15,21	3240,00	135,59	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-9-S	90	100	15,21	3240,00	-37,87	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-10-S	90	100	15,21	3689,63	-48,73	-532,29	0,000000	0,00	0,000

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	68 di 73

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
10-11-S	90	100	0,00	0,00	-60,29	0,00	0,000000	0,00	0,000
10-12-S	90	100	0,00	0,00	-51,98	0,00	0,000000	0,00	0,000
10-13-S	90	100	0,00	0,00	-24,30	0,00	0,000000	0,00	0,000
10-14-S	90	100	15,21	3240,00	5,34	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-15-S	90	100	15,21	3240,00	15,52	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-16-S	90	100	15,21	3240,00	26,96	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-17-S	90	100	15,21	3240,00	31,24	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-18-S	90	100	15,21	3240,00	25,17	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-19-S	90	100	15,21	3240,00	19,28	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-20-S	90	100	15,21	3240,00	-3,89	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-21-S	90	100	0,00	0,00	-25,03	0,00	0,000000	0,00	0,000
10-22-S	90	100	0,00	0,00	-34,77	0,00	0,000000	0,00	0,000
10-23-S	90	100	15,21	3689,63	-16,76	-532,29	0,000000	0,00	0,000
10-24-S	90	100	15,21	3240,00	-6,90	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-25-S	90	100	15,21	3240,00	2,14	532,29	0,000000	0,00	0,000

Combinazioni SLEQ

Paramento

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 (9)
2	100	51	0,00	0,00	0,00	-3,04	0,000000	0,00	0,000 (9)
3	100	52	0,00	0,00	-0,01	-4,19	0,000000	0,00	0,000 (9)
4	100	53	0,00	0,00	-0,01	-3,94	0,000000	0,00	0,000 (9)
5	100	54	0,00	0,00	-0,01	-2,10	0,000000	0,00	0,000 (9)
6	100	55	0,00	0,00	0,01	1,47	0,000000	0,00	0,000 (9)
7	100	56	0,00	0,00	0,03	7,03	0,000000	0,00	0,000 (9)
8	100	57	0,00	0,00	0,08	14,96	0,000000	0,00	0,000 (9)
9	100	58	0,00	0,00	0,14	25,81	0,000000	0,00	0,000 (9)
10	100	59	0,00	0,00	0,23	40,38	0,000000	0,00	0,000 (9)
11	100	60	0,00	0,00	0,35	59,84	0,000000	0,00	0,000 (9)
12	100	61	0,00	0,00	0,50	85,93	0,000000	0,00	0,000 (9)
13	100	62	0,00	0,00	0,69	121,39	0,000000	0,00	0,000 (9)
14	100	63	0,00	0,00	0,92	170,75	0,000000	0,00	0,000 (9)
15	100	64	0,00	0,00	1,19	242,04	0,000000	0,00	0,000 (9)
16	100	65	0,00	0,00	1,52	351,04	0,000000	0,00	0,000 (9)
17	100	66	0,00	0,00	1,89	533,64	0,000000	0,00	0,000 (9)
18	100	67	0,00	0,00	2,33	893,09	0,000000	0,00	0,000 (9)
19	100	68	0,00	0,00	2,83	1899,60	0,000000	0,00	0,000 (9)
20	100	69	0,00	0,00	3,39	18618,69	0,000000	0,00	0,000 (9)
21	100	70	0,00	0,00	4,04	3059,34	0,000000	0,00	0,000 (9)
22	100	71	0,00	0,00	4,76	1574,04	0,000000	0,00	0,000 (9)
23	100	72	22,62	505,93	5,58	1128,41	0,000000	0,00	0,000 (9)
24	100	73	22,62	687,53	6,49	916,91	0,000000	0,00	0,000 (9)
25	100	74	22,62	868,07	7,51	795,46	0,000000	0,00	0,000 (9)
26	100	75	22,62	1045,07	8,63	718,12	0,000000	0,00	0,000 (9)
27	100	76	22,62	1216,31	9,87	665,69	0,000000	0,00	0,000 (9)
28	100	77	22,62	1379,98	11,23	628,70	0,000000	0,00	0,000 (9)
29	100	78	22,62	1534,89	12,72	601,97	0,000000	0,00	0,000 (9)
30	100	79	22,62	1680,45	14,34	582,40	0,000000	0,00	0,000 (9)
31	100	80	22,62	1816,59	16,10	568,03	0,000000	0,00	0,000 (9)
32	100	81	22,62	1943,65	18,01	557,58	0,000000	0,00	0,000 (9)
33	100	82	22,62	2062,23	20,07	550,15	0,000000	0,00	0,000 (9)
34	100	83	22,62	2173,06	22,29	545,09	0,000000	0,00	0,000 (9)
35	100	84	22,62	2276,94	24,67	541,96	0,000000	0,00	0,000 (9)
36	100	85	22,62	2374,75	27,23	540,38	0,000000	0,00	0,000 (9)
37	100	86	22,62	2466,99	29,96	540,11	0,000000	0,00	0,000 (9)
38	100	87	22,62	2554,42	32,87	540,94	0,000000	0,00	0,000 (9)
39	100	88	22,62	2637,62	35,97	542,70	0,000000	0,00	0,000 (9)
40	100	89	22,62	2717,10	39,27	545,26	0,000000	0,00	0,000 (9)
41	100	90	22,62	2793,31	42,77	548,52	0,000000	0,00	0,000 (9)
42	100	91	22,62	2866,63	46,48	552,40	0,000000	0,00	0,000 (9)
43	100	92	22,62	2937,40	50,40	556,82	0,000000	0,00	0,000 (9)

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	69 di 73

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
44	100	93	22,62	3005,92	54,55	561,73	0,000000	0,00	0,000 (9)
45	100	94	22,62	3072,44	58,91	567,07	0,000000	0,00	0,000 (9)
46	100	95	22,62	3137,17	63,51	572,81	0,000000	0,00	0,000 (9)
47	100	96	22,62	3200,30	68,35	578,91	0,000000	0,00	0,000 (9)
48	100	97	22,62	3262,01	73,44	585,34	0,000000	0,00	0,000 (9)
49	100	98	22,62	3322,44	78,77	592,08	0,000000	0,00	0,000 (9)
50	100	99	22,62	3381,71	84,36	599,10	0,000000	0,00	0,000 (9)
51	100	100	22,62	3439,95	90,21	606,37	0,000000	0,00	0,000 (9)
52	100	101	22,62	3497,24	96,34	613,90	0,000000	0,00	0,000 (9)
53	100	102	22,62	3553,67	102,73	621,66	0,000000	0,00	0,000 (9)
54	100	103	22,62	3609,32	109,41	629,63	0,000000	0,00	0,000 (9)
55	100	104	22,62	3664,27	116,38	637,81	0,000000	0,00	0,000 (9)
56	100	105	22,62	3718,60	123,65	646,18	0,000000	0,00	0,000 (9)
57	100	106	22,62	3772,40	131,23	654,72	0,000000	0,00	0,000 (9)
58	100	107	22,62	3825,73	139,14	663,43	0,000000	0,00	0,000 (9)
59	100	108	22,62	3878,64	147,40	672,28	0,000000	0,00	0,000 (9)
60	100	109	22,62	3931,17	156,01	681,28	0,000000	0,00	0,000 (9)
61	100	110	22,62	3983,36	164,99	690,42	0,000000	0,00	0,000 (9)
62	100	111	27,14	3916,91	174,36	712,88	0,000000	0,00	0,000 (9)
63	100	112	27,14	3968,12	184,13	722,37	0,000000	0,00	0,000 (9)
64	100	113	27,14	4019,08	194,31	731,99	0,000000	0,00	0,000 (9)
65	100	114	27,14	4069,80	204,92	741,73	0,000000	0,00	0,000 (9)
66	100	115	27,14	4120,30	215,96	751,59	0,000000	0,00	0,000 (9)

Piastra fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	85	100	10,18	2549,96	-2,64	485,37	0,000000	0,00	0,000
1-2-P	85	100	10,18	2549,96	-6,73	485,37	0,000000	0,00	0,000
1-3-P	85	100	10,18	2549,96	-11,86	485,37	0,000000	0,00	0,000
1-4-P	85	100	0,00	0,00	-20,65	0,00	0,000000	0,00	0,000
1-5-P	85	100	10,18	3582,74	-29,47	-485,37	0,000000	0,00	0,000
1-6-P	85	100	0,00	0,00	-20,65	0,00	0,000000	0,00	0,000
1-7-P	85	100	10,18	2549,96	-11,86	485,37	0,000000	0,00	0,000
1-8-P	85	100	10,18	2549,96	-6,73	485,37	0,000000	0,00	0,000
1-9-P	85	100	10,18	2549,96	-2,64	485,37	0,000000	0,00	0,000
2-1-P	85	100	10,18	2550,00	10,48	485,38	0,000000	0,00	0,000
2-2-P	85	100	10,18	2550,00	9,43	485,38	0,000000	0,00	0,000
2-3-P	85	100	10,18	2550,00	9,05	485,38	0,000000	0,00	0,000
2-4-P	85	100	10,18	2550,00	-19,41	485,38	0,000000	0,00	0,000
2-5-P	85	100	10,18	2550,00	-40,63	485,38	0,000000	0,00	0,000
2-6-P	85	100	10,18	2550,00	-19,41	485,38	0,000000	0,00	0,000
2-7-P	85	100	10,18	2550,00	9,05	485,38	0,000000	0,00	0,000
2-8-P	85	100	10,18	2550,00	9,43	485,38	0,000000	0,00	0,000
2-9-P	85	100	10,18	2550,00	10,48	485,38	0,000000	0,00	0,000
5-1-P	96	100	10,18	2887,50	4,55	544,04	0,000000	0,00	0,000
5-2-P	96	100	10,18	2887,50	-3,10	544,04	0,000000	0,00	0,000
5-3-P	96	100	10,18	2887,50	-4,54	544,04	0,000000	0,00	0,000
5-4-P	96	100	10,18	4094,50	-38,43	-544,04	0,000000	0,00	0,000
5-5-P	96	100	10,18	2887,50	-72,63	544,04	0,000000	0,00	0,000
5-6-P	96	100	10,18	4094,50	-38,43	-544,04	0,000000	0,00	0,000
5-7-P	96	100	10,18	2887,50	-4,54	544,04	0,000000	0,00	0,000
5-8-P	96	100	10,18	2887,50	-3,10	544,04	0,000000	0,00	0,000
5-9-P	96	100	10,18	2887,50	4,55	544,04	0,000000	0,00	0,000
6-1-P	96	100	12,72	3194,24	-2,92	554,59	0,000000	0,00	0,000
6-2-P	96	100	0,00	0,00	-6,12	0,00	0,000000	0,00	0,000
6-3-P	96	100	0,00	0,00	-9,70	0,00	0,000000	0,00	0,000
6-4-P	96	100	0,00	0,00	-11,25	0,00	0,000000	0,00	0,000
6-5-P	96	100	12,72	4026,16	-12,83	-554,59	0,000000	0,00	0,000
6-6-P	96	100	0,00	0,00	-11,25	0,00	0,000000	0,00	0,000
6-7-P	96	100	0,00	0,00	-9,70	0,00	0,000000	0,00	0,000
6-8-P	96	100	0,00	0,00	-6,12	0,00	0,000000	0,00	0,000
6-9-P	96	100	12,72	3194,24	-2,92	554,59	0,000000	0,00	0,000

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS MU0118	Id.doc REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 70 di 73
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------------------

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
7-1-P	96	100	10,18	2887,50	-1,55	544,04	0,000000	0,00	0,000
7-2-P	96	100	10,18	2887,50	-6,57	544,04	0,000000	0,00	0,000
7-3-P	96	100	10,18	2887,50	-12,48	544,04	0,000000	0,00	0,000
7-4-P	96	100	0,00	0,00	-22,32	0,00	0,000000	0,00	0,000
7-5-P	96	100	10,18	4094,50	-32,27	-544,04	0,000000	0,00	0,000
7-6-P	96	100	0,00	0,00	-22,32	0,00	0,000000	0,00	0,000
7-7-P	96	100	10,18	2887,50	-12,48	544,04	0,000000	0,00	0,000
7-8-P	96	100	10,18	2887,50	-6,57	544,04	0,000000	0,00	0,000
7-9-P	96	100	10,18	2887,50	-1,55	544,04	0,000000	0,00	0,000
8-1-P	96	100	10,18	2887,50	3,16	544,04	0,000000	0,00	0,000
8-2-P	96	100	10,18	2887,50	-7,32	544,04	0,000000	0,00	0,000
8-3-P	96	100	10,18	2887,50	-14,55	544,04	0,000000	0,00	0,000
8-4-P	96	100	0,00	0,00	-45,11	0,00	0,000000	0,00	0,000
8-5-P	96	100	10,18	4094,50	-75,82	-544,04	0,000000	0,00	0,000
8-6-P	96	100	0,00	0,00	-45,11	0,00	0,000000	0,00	0,000
8-7-P	96	100	10,18	2887,50	-14,55	544,04	0,000000	0,00	0,000
8-8-P	96	100	10,18	2887,50	-7,32	544,04	0,000000	0,00	0,000
8-9-P	96	100	10,18	2887,50	3,16	544,04	0,000000	0,00	0,000
9-1-S	90	100	15,21	3240,00	2,40	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-2-S	90	100	15,21	3240,00	-2,63	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-3-S	90	100	15,21	3240,00	-4,37	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-4-S	90	100	15,21	3240,00	-6,60	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-5-S	90	100	15,21	3240,00	-15,82	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-6-S	90	100	15,21	3240,00	32,76	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-7-S	90	100	15,21	3240,00	78,10	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-8-S	90	100	15,21	3240,00	125,39	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-9-S	90	100	15,21	3240,00	-26,89	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-10-S	90	100	15,21	3689,63	-36,07	-532,29	0,000000	0,00	0,000
9-11-S	90	100	0,00	0,00	-47,99	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-12-S	90	100	0,00	0,00	-40,42	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-13-S	90	100	0,00	0,00	-13,88	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-14-S	90	100	15,21	3240,00	12,88	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-15-S	90	100	15,21	3240,00	23,58	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-16-S	90	100	15,21	3240,00	33,84	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-17-S	90	100	15,21	3240,00	36,90	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-18-S	90	100	15,21	3240,00	29,61	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-19-S	90	100	15,21	3240,00	22,46	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-20-S	90	100	15,21	3240,00	3,15	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-21-S	90	100	0,00	0,00	-24,19	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-22-S	90	100	0,00	0,00	-34,75	0,00	0,000000	0,00	0,000
9-23-S	90	100	15,21	3689,63	-16,75	-532,29	0,000000	0,00	0,000
9-24-S	90	100	15,21	3240,00	-6,94	532,29	0,000000	0,00	0,000
9-25-S	90	100	15,21	3240,00	2,20	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-1-S	90	100	15,21	3240,00	2,40	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-2-S	90	100	15,21	3240,00	-2,63	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-3-S	90	100	15,21	3240,00	-4,37	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-4-S	90	100	15,21	3240,00	-6,60	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-5-S	90	100	15,21	3240,00	-15,82	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-6-S	90	100	15,21	3240,00	32,76	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-7-S	90	100	15,21	3240,00	78,10	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-8-S	90	100	15,21	3240,00	125,39	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-9-S	90	100	15,21	3240,00	-26,89	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-10-S	90	100	15,21	3689,63	-36,07	-532,29	0,000000	0,00	0,000
10-11-S	90	100	0,00	0,00	-47,99	0,00	0,000000	0,00	0,000
10-12-S	90	100	0,00	0,00	-40,42	0,00	0,000000	0,00	0,000
10-13-S	90	100	0,00	0,00	-13,88	0,00	0,000000	0,00	0,000
10-14-S	90	100	15,21	3240,00	12,88	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-15-S	90	100	15,21	3240,00	23,58	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-16-S	90	100	15,21	3240,00	33,84	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-17-S	90	100	15,21	3240,00	36,90	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-18-S	90	100	15,21	3240,00	29,61	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-19-S	90	100	15,21	3240,00	22,46	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-20-S	90	100	15,21	3240,00	3,15	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-21-S	90	100	0,00	0,00	-24,19	0,00	0,000000	0,00	0,000
10-22-S	90	100	0,00	0,00	-34,75	0,00	0,000000	0,00	0,000

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	71 di 73

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
10-23-S	90	100	15,21	3689,63	-16,75	-532,29	0,000000	0,00	0,000
10-24-S	90	100	15,21	3240,00	-6,94	532,29	0,000000	0,00	0,000
10-25-S	90	100	15,21	3240,00	2,20	532,29	0,000000	0,00	0,000

10.2.5 Armature di progetto pali

Per i pali di fondazione si prevedono le seguenti armature:

- gabbia superiore 26 ϕ 24 e staffa a spirale ϕ 14/20;
- gabbia inferiore 20 ϕ 18 e staffa a spirale ϕ 14/20.

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per i pali ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 7 cm.

10.2.6 Verifiche strutturali pali di fondazione

Si riportano i risultati in termini di sollecitazione sul palo.

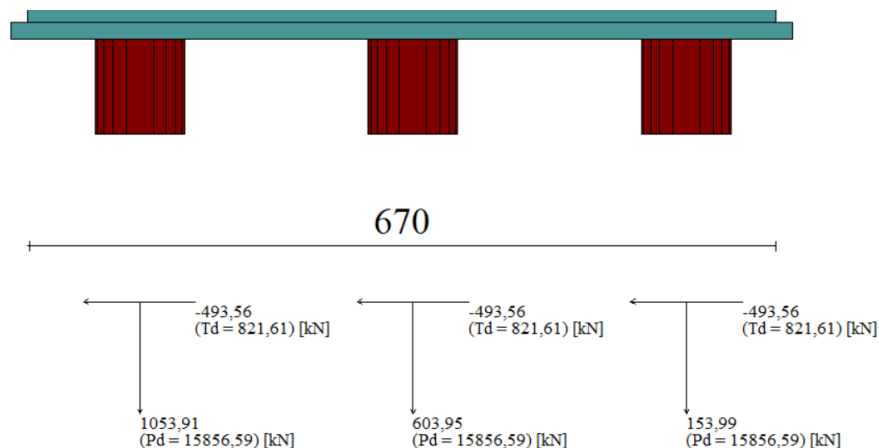


Figura 12 – Sollecitazioni massime a testa palo dei MURI DI SOTTOSCARPA - FONDAZIONE SU PALI - TIPO 2

Nell' ipotesi di calcolo di palo incernierato, è stato valutato in seguito il momento flettente agente in testa al palo con il metodo di Matlock e Reese.

Il calcolo di α viene condotto utilizzando il foglio Excel: — M. Mancina, R. Nori, P. Iasiello - Progetti e Calcoli di Geotecnica con Excel vol.2 - ed. DEI — di cui si riporta la schermata principale:

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

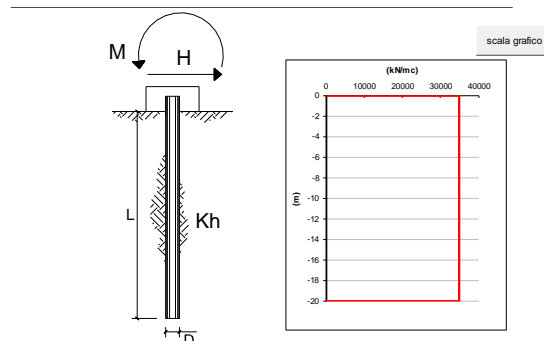
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	72 di 73



strati terreno	descrizione	quote (m)	k_h (kN/m ³)	n_h (kN/m ³)
p.c.=strato 1		0.00	35000	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2		-21.00	35000	
<input type="checkbox"/> strato 3				
<input type="checkbox"/> strato 4				
<input type="checkbox"/> strato 5				
<input type="checkbox"/> strato 6				

Diametro del palo	0.8 (m)
J palo	0.02011 (m ⁴)
Lunghezza del palo	20 (m)
Forza orizzontale in testa	493.56 (kN)
Momento in testa	0 (kNm)
E cls	31475 (Mpa)
dimensione elementi	0.2 (m)

- palo impedito di ruotare
 palo impedito di traslare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

— M. Mancina, R. Nori, P. Iasiello - Progetti e Calcoli di Geotecnica con Excel vol.2 - ed. DEI—

Nella tabella che segue si riporta il valore del paramentro k_h inserito nel foglio Excel per la determinazione di α :

Unità geotecnica	k_h [kN/m ³]	α [-]
Sch	35000	1.6

Dunque, per la valutazione del momento flettente alla quota testa palo è stato assunto un coefficiente α (pari al rapporto momento/taglio) uguale a 1.6.

Pertanto, si hanno le seguenti sollecitazioni di calcolo:

Sollecitazioni	V [kN]	α	M [kNm]	N [kN]
SLU	493.56	1.6	789.7	1053.9
SLE - Comb. Rara	174.7	1.6	279.5	439.6
SLE - Comb. Frequente	167.3	1.6	267.7	429.6
SLE - Comb. Quasi Permanente	146.3	1.6	234.0	400.3

Da cui:

Verifica a pressoflessione	$M_{Ed,Max}$ [kNm]	M_{Rd} [kNm]	FS [-]
SLU	789.7	1432.51	1.81

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

Muro di sottoscarpa su pali Rotatoria ByPass Muccia - Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L073	213	E	16	MU0118	REL	01	A	73 di 73

Verifica a taglio	$V_{Ed,Max}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	FS [-]
SLU	493.6	786.0	1.59

Verifica delle tensioni	$M_{Ed,Max}$ [kNm]	$\sigma_{C,MAX}$ [Mpa]	$\sigma_{S,MIN}$ [Mpa]
SLE - Comb. Rara	279.5	4.54	92.69

Verifica a fessurazione	$M_{Ed,Max}$ [kNm]	w [mm]
SLE - Comb. Quasi Permanente	234.0	0.04
SLE - Comb. Frequente	267.7	0.05

10.2.7 Verifiche capacità portante

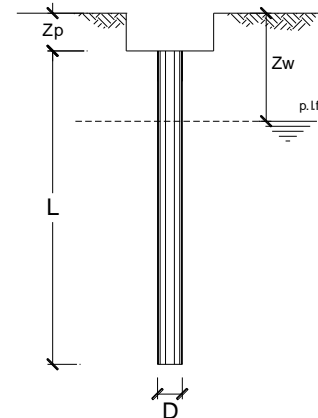
Nel seguito si riportano i risultati riguardanti la valutazione della lunghezza minima dei pali necessaria al soddisfacimento delle verifiche di capacità portante.

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO

OPERA: Esempio

DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D):	0.80 (m)	Area del Palo (A_p):	0.503 (m ²)
Quota testa Palo dal p.c. (z_p):	1.50 (m)	Quota falda dal p.c. (z_w):	0.00 (m)
Carico Assiale Permanente (G):	1054 (kN)	Carico Assiale variabile (Q):	(kN)
Numero di strati	1	Lpalo =	20.00 (m)



coefficienti parziali	azioni		resistenza laterale e di base		
	permanenti	temporanee variabili	ξ	γ_b	γ_s
Metodo di calcolo	γ_G	γ_Q			
Stato limite ultimo (EC7)	1.00	1.30	1.50	1.60	1.30
Tensioni ammissibili	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dall'utente	1.00	1.00	1.60	1.35	1.15

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO:

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno				Coefficienti di Calcolo				Risultati				
			γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)	c_u (kPa)	k (-)	μ (-)	a (-)	α (-)	Qsi (kN)	Nq (-)	Nc (-)	qb (kPa)	Qbm (kN)
1	20.00	Sch	22.00	70.0	33.0		0.46	0.65			2051.26	12.60	17.86	4500.3	2262.1
							0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
							0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.0	0.0

(n.b. lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

alla base $R_{bm} = 2262.1$ (kN)

laterale $R_{sm} = 2051.3$ (kN)

totale $R_{cm} = 4313.4$ (kN)

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

$Q_d = Q_{bm}/(\xi \cdot \gamma_b) + Q_{lm}/(\xi \cdot \gamma_s)$

$Q_d = 2162.1$ (kN)

CARICO ASSIALE AGENTE

$N_d = N_g \cdot \gamma_g + N_q \cdot \gamma_q$

$N_d = 1053.9$ (kN)

$F_s = Q_d / N_d$

$F_s = 2.05$