

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 – SFERZIA

PROGETTO ESECUTIVO

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

PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese Mandataria:			
			

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

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Giulio Petrizzelli		
--	--	--

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord OPERE D'ARTE MINORI Sottovia Sottovia scat. 8.00 x 6.20 Viabilità campestre al km 5+540.00 Relazione di calcolo	SCALA: DATA: <p style="text-align: center;">Maggio 2017</p>
---	---

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

Codice Elaborato:	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.
	L 0 7 0 3	2 1 2	E	1 7	O M 7 4 0 0	R E L	0 1	B

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto		Controllato	Approvato
A	FEBBRAIO 2017	Emissione per congruenza generale	PROGIN	A.FALACE	S.LIETO	A.GRIMALDI
A	MAGGIO 2017	Emissione a seguito validazione RINA	PROGIN	M.PISCITELLI	S.LIETO	A.GRIMALDI

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 2 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	--------------------------

I N D I C E

I N D I C E	2
1. PREMESSA.....	4
1.1 UNITÀ DI MISURA	4
2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	5
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	8
4.1 CALCESTRUZZO	8
4.1.1 Solettone di fondazione scatolare, fondazione muri, pali c32/40	8
4.1.2 Piedritti e solettone superiore scatolare, paramento muri c25/30.....	9
4.2 ACCIAIO PER ARMATURE	11
4.3 COPRIFERRI.....	12
5. INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	13
5.1 INTERAZIONE TERRENO-FONDAZIONE	15
6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	16
7. VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI	17
7.1 VERIFICA SLE	17
7.2 VERIFICHE DELLE TENSIONI	17
7.3 VERIFICHE A FESSURAZIONE	19
7.4 VERIFICHE ALLO SLU	20
7.5 PRESSOFLESSIONE	20
7.6 TAGLIO	21
8. CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA SCATOLARI	23
8.1 ANALISI DEI CARICHI	23
8.1.1 Peso proprio	23
8.1.2 Permanenti	23
8.1.3 Spinta del terreno.....	24
8.1.4 Spinta in presenza di falda	25
8.1.5 Variazioni termiche della struttura	26
8.1.6 Ritiro e viscosità.....	26
8.1.7 Azioni variabili da traffico (Q1)	27
8.1.8 Azione longitudinale di frenamento (Q3)	29
8.1.9 Azioni Sismiche	29
8.1.10 Forze d'inerzia	29
8.1.11 Spinta sismica terreno.....	30
8.2 COMBINAZIONI DI CARICO	31
8.3 VERIFICHE GEOTECNICHE (CARICO LIMITE)	35
9. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO	37
10. RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE.....	39
10.1 MODELLO DI CALCOLO	39
10.2 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO	40
10.3 ARMATURE DI PROGETTO	43
10.4 VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE	44

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 3 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	--------------------------

10.4.1	Verifiche Allo SLU	44
10.4.2	Verifiche a pressoflessione	44
10.4.3	Verifiche a taglio	45
10.4.4	Verifiche Allo SLE.....	46
10.4.5	Verifiche a fessurazione	47
10.4.6	Verifica delle tensioni	47
10.5	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	50
11.	ANALISI E VERIFICA MURI AD U.....	51
11.1	ANALISI DEI CARICHI	51
11.1.1	Peso propri strutturali e non strutturali	51
11.1.2	Azioni variabili da traffico	51
11.1.3	Spinta del terreno.....	52
11.1.4	Spinta in presenza di falda	53
11.1.5	Spinta sui piedritti prodotta dai sovraccarichi variabili	53
11.1.6	Azioni sismiche	53
11.1.7	Spinta sismica terreno.....	53
11.2	COMBINAZIONI DI CARICO	54
11.3	MODELLAZIONE ADOTTATA.....	57
11.4	ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI	58
11.5	ARMATURE DI PROGETTO	61
11.6	VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE	62
11.6.1	Verifiche SLU.....	62
11.6.2	Verifiche SLE	64
11.7	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	66
12.	ANALISI E VERIFICA MURI DI SOTTOSCARPA	67
12.1	MODELLO DI CALCOLO	67
12.1.1	Verifiche.....	70
	ALLEGATO 1.....	75
	ALLEGATO 2.....	140
	ALLEGATO 3.....	166

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 4 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	--------------------------

1. PREMESSA

Nell'ambito dei lavori di completamento della direttrice Perugia – Ancona “Pedemontana delle Marche”: Sub Lotto 2.2 Tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord, è prevista la realizzazione di una serie di scatolari allo scopo di garantire la continuità delle sedi stradali intercettate al di sotto del tracciato di progetto.

Oggetto della trattazione nel seguito esposta sono in particolare:

- il dimensionamento strutturale e geotecnico dello scatolare in c.a. situato alla progressiva 5+540.00, di dimensioni interne 8.00x6.20 m e lunghezza circa 15.0 m. Esso attraversa l'asse principale ortogonalmente. Gli spessori di soletta di copertura, fondazione e platea sono pari a 90 cm; la fondazione sporge di 50 cm rispetto alle pareti. La sovrastante copertura di terreno è alta circa 2.90 m.
- il dimensionamento del muro andatore ad U, dello scatolare in esame.
- il dimensionamento del muro di sottoscarpa con fondazione diretta

Per ulteriori dettagli sulla geometria delle opere in esame si rimanda agli elaborati grafici di riferimento.

Nel seguito, dopo una breve descrizione delle opere cui si riferiscono i calcoli sviluppati, si riportano tutti i criteri generali adottati per le analisi e verifiche strutturali, ed a seguire , tutti i risultati ottenuti nei vari casi.

1.1 UNITÀ DI MISURA

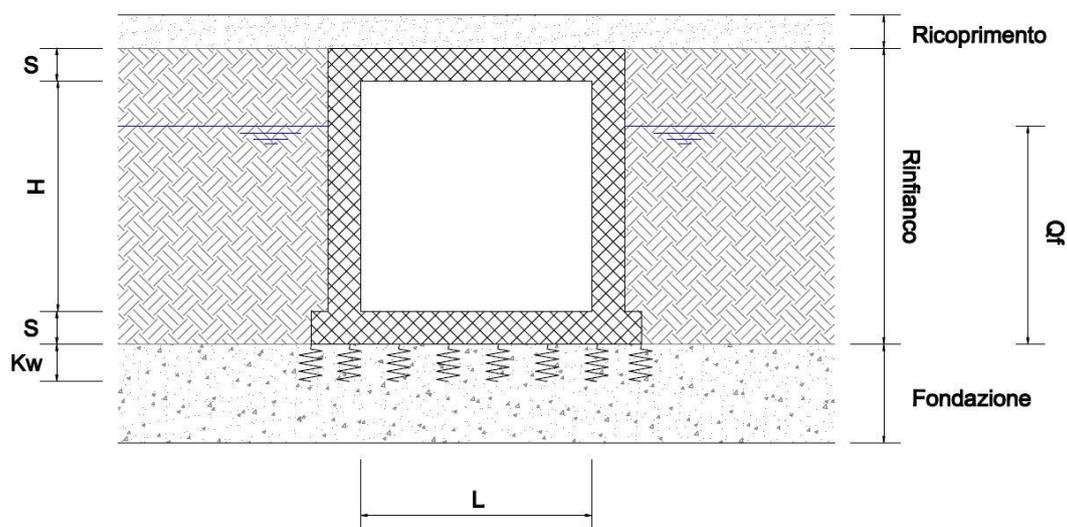
Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

- per le lunghezze ⇒ m, cm,
- per i carichi ⇒ kN, kN/m², kN/m³
- per le azioni di calcolo ⇒ kN, kNm
- per le tensioni ⇒ MPa

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

I calcoli esposti nel presente documento, si riferiscono, come già anticipato in premessa, allo scatolare in c.a. ubicato alla pk 5+540, ai muri andatori ad U. Per i muri di sostegno su pali (pk 5+494-5+590) si rimanda allo specifico elaborato.

Nel seguito sono riportate le principali caratteristiche geometriche delle opere in esame:



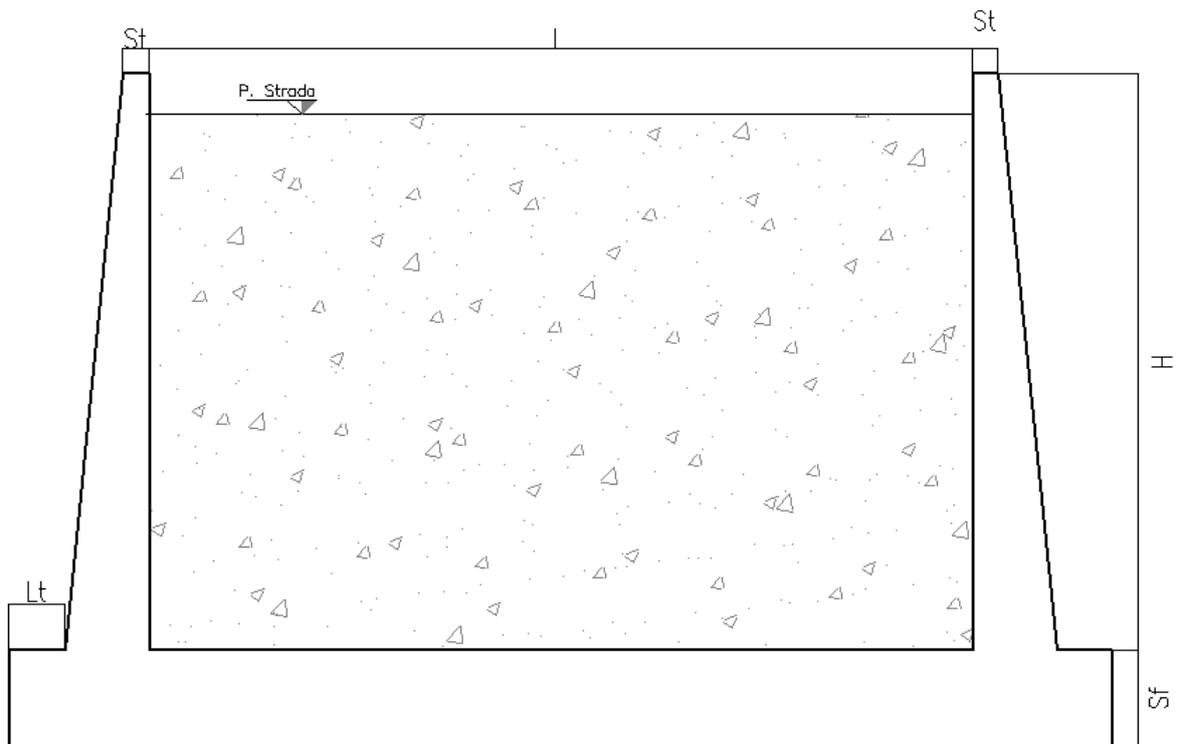
Altezza (H)	<i>m</i>	6.20
Larghezza (L)	<i>m</i>	8.00
Spessore (S)	<i>m</i>	0.90
Ricoprimento (R)	<i>m</i>	2.90

Tabella di riepilogo caratteristiche di progetto degli scatolari

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 6 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	--------------------------



TIPOLOGIA	H _{param} [m]	S _{param} [m]	L _{fond} [m]	S _{fond} [m]
Muri ad U	6.00-7.35	0.50÷0.90	9.80	1.10

Tabella di riepilogo caratteristiche di progetto dei muri ad U

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici specifici.

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 7 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	--------------------------

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

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

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Nel paragrafi seguenti si riportano le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione dell'opera

4.1 CALCESTRUZZO

Per tutte le parti strutturali dell'opera in progetto è previsto l'impiego di calcestruzzo di classe C32/40 per il solettone di fondazione e un calcestruzzo di classe 25/30 per i piedritti e il solettone superiore. Nel seguito si riportano le relative caratteristiche meccaniche valutate in accordo a quanto prescritto ai par. 4.1.2.1 e 11.2.10 del DM 14.01.08:

4.1.1 Solettone di fondazione scatolare, fondazione muri, pali c32/40

Classe di Resistenza

32/40

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$R_{ck} = 40$ MPa

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$f_{ck} = 33.2$ MPa (0,83*R_{ck})

Resistenza a compressione cilindrica media:

$f_{cm} = 41.2$ MPa (f_{ck}+8)

Resistenza a trazione assiale:

$f_{ctm} = 3.10$ MPa Valore medio

$f_{ctk,0,05} = 2.17$ MPa Valore caratteristico frattile 5%

Resistenza a trazione per flessione:

$f_{ctm} = 3.7$ MPa Valore medio

$f_{ctk,0,05} = 2.6$ MPa Valore caratteristico frattile 5%

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$\gamma_c = 1.5$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

$f_{cd} = 18.8$ MPa (0,85*f_{ck}/γ_s)

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$f_{ctd} = 1.45$ MPa (f_{ctk0,05} / γ_s)

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$f_{ctd} = 1.74$ MPa 1,2*f_{ctd}

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valore va ridotto del 20%

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 9 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	--------------------------

Modulo di elasticità secante:

$$E_{cm} = \boxed{33643} \text{ MPa}$$

Modulo di Poisson:

$$\nu = \boxed{0,0,2}$$

□

Coefficiente di dilatazione lineare

$$\alpha = \boxed{0.00001} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

$$\eta = 1.00$$

$$f_{bd} = \boxed{3.25} \text{ MPa} \quad (2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \eta / \gamma_s)$$

Nel caso di armature molto addensate, o ancoraggi in zona tesa tale valore va diviso per 1,5

Tensioni massime per la verifica agli SLE

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

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

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valori vanno ridotti del 20%

4.1.2 Piedritti e solettone superiore scatolare, paramento muri c25/30

Classe di Resistenza

25/30

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{ck} = \boxed{30} \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = \boxed{24,9} \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 32,9 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Resistenza a trazione assiale:

$$f_{ctm} = \boxed{2,56} \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = \boxed{1,79} \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Resistenza a trazione per flessione:

$$f_{cfm} = \boxed{3,1} \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{cfk,0,05} = \boxed{2,1} \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = \mathbf{1,5}$$

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 10 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

$$f_{cd} = 14,1 \text{ MPa} \quad (0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$$f_{ctd} = 1,19 \text{ MPa} \quad (f_{ctk\ 0,05} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$$f_{ctd\ f} = 1,43 \text{ MPa} \quad 1,2 \cdot f_{ctd}$$

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valore va ridotto del 20%

Modulo di elasticità secante:

$$E_{cm} = 31447 \text{ MPa}$$

Modulo di Poisson:

$$\nu = 0,02$$

□

Coefficiente di dilatazione lineare

$$\alpha = 0,00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

$$\eta = 1,00$$

$$f_{bd} = 2,69 \text{ MPa} \quad (2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \eta / \gamma_s)$$

Nel caso di armature molto addensate, o ancoraggi in zona tesa tale valore va diviso per 1,5

Tensioni massime per la verifica agli SLE

$$\sigma_{c\max\ QP} = (0,45 f_{ck}) = 11,21 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{c\max\ R} = (0,60 f_{ck}) = 14,94 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valori vanno ridotti del 20%

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 11 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

4.2 ACCIAIO PER ARMATURE

Per l'armatura delle strutture in calcestruzzo è previsto l'impiego di barre ad aderenza migliorata in acciaio tipo B450C, di cui nel seguito sono riportate le relative caratteristiche meccaniche:

Classe di Resistenza

Tensione caratteristica di rottura:

$$f_{tk} = \boxed{540} \text{ MPa} \quad (\text{frattile al } 5\%)$$

Tensione caratteristica allo snervamento:

$$f_{yk} = \boxed{450} \text{ MPa} \quad (\text{frattile al } 5\%)$$

Fattore di sovraresistenza (nel caso di impiego di legame costitutivo tipo bilineare con incrudimento)

$$k = f_{tk}/f_{yk} = \boxed{1.20} \text{ MPa}$$

Allungamento a rottura (nel caso di impiego di legame costitutivo tipo bilineare con incrudimento)

$$(A_{gt})_k = \epsilon_{uk} = \boxed{7.5} \%$$

$$\epsilon_{ud} = 0,9 \epsilon_{uk} = \boxed{6.75} \%$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = \mathbf{1.15}$$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1.0

Resistenza di calcolo allo SLU:

$$f_{yd} = \boxed{391.3} \text{ MPa} \quad (f_{yk}/\gamma_s)$$

Modulo di elasticità :

$$E_i = \boxed{210000} \text{ MPa}$$

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 12 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

4.3 COPRIFERRI

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

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

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

In definitiva ai fini progettuali si è assunto **$c=40\text{mm}$** così come riportato all'interno della tabella materiali opere minori (strutture a contatto con il terreno).

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

Tab 4.1.III – DM 14.01.08

Tabella C4.1.IV Copriferrini minimi in mm

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

Tab C4.1.IV – Circolare n617/09

5. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

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

Stratigrafia		
Unità geotecnica	Profondità [m] da p.c.	
Ag	0,0÷6,0	Substrato alterato limoso argilloso
Ala	6,0÷8,0	Depositi alluvionali coesivi / eluvio colluviali
Ag	8,÷10	Substrato alterato limoso argilloso
Pa	>10	Substrato Pelitico arenaceo
Falda: circa 10m al di sotto del P.C.		

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

Unità Ag - Depositi alluvionali ghiaioso-sabbioso

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale
 $\varphi' = 38\div 42^\circ$ angolo di resistenza al taglio
 $c' = 0\div 5 \text{ kPa}$ coesione drenata
 $E_o = 200\div 600 \text{ MPa}$ modulo di deformazione elastico iniziale

Unità Ala - Depositi alluvionali limoso argillosi

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale
 $\phi' = 24\div 26^\circ$ angolo di resistenza al taglio
 $c' = 0\div 5 \text{ kPa}$ coesione drenata
 $c_u = 50\div 100 \text{ kPa}$ resistenza al taglio in condizioni non drenate
 $E_o = 70\div 250 \text{ MPa}$ modulo di deformazione elastico iniziale

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

$\gamma = 23.0\div 23.5 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale
 per tensioni $\sigma_v' < 700 \text{ kPa}$:
 $\phi' = 31\div 35^\circ$ angolo di resistenza al taglio
 $c' = 120\div 150 \text{ kPa}$ coesione drenata
 per tensioni $\sigma_v' > 700 \text{ kPa}$:
 $\phi' = 25\div 30^\circ$ angolo di resistenza al taglio
 $c' = 220\div 250 \text{ kPa}$ coesione drenata

$E'_{op} = 20+5.75 \cdot z \text{ MPa}$ per $z < 40\text{m}$ modulo di deformazione elastico operativo



QUADRILATERO

Marche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 14 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

$E'_{op} = 250 + 0.8 \cdot z$ MPa per $z > 40m$

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 15 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

5.1 INTERAZIONE TERRENO-FONDAZIONE

Di seguito sono trattati gli aspetti di natura geotecnica riguardanti l'interazione terreno-struttura relativamente all'opera in esame.

Per la determinazione della costante di sottofondo si può fare riferimento alle seguenti formulazioni assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo:

$$s = B \cdot c_t \cdot (q - \sigma_{v0}) \cdot (1 - \nu^2) / E$$

dove:

- s = cedimento elastico totale;
- B = lato minore della fondazione;
- c_t = coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 (L = lato maggiore della fondazione):
 - $c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L / B)$ rettangolare con $L / B \leq 10$
 - $c_t = 2 + 0.0089 (L / B)$ rettangolare con $L / B > 10$
- q = pressione media agente sul terreno;
- σ_{v0} = tensione litostatica verticale alla quota di posa della fondazione;
- ν = coefficiente di Poisson del terreno;
- E = modulo elastico medio del terreno sottostante.

Il valore della costante di sottofondo k_w è valutato attraverso il rapporto tra il carico applicato ed il corrispondente cedimento pertanto, si ottiene:

$$k_w = E / [(1 - \nu^2) \cdot B \cdot c_t]$$

Di seguito si riportano, in forma tabellare, i risultati delle valutazioni effettuate per il caso in esame, sulla scorta del valore di progetto di E attribuito allo strato di Fondazione, avendo considerato una dimensione longitudinale della fondazione ritenuta potenzialmente collaboranti:

Terreno	Rinf.	Fond.viadotto e Fondazione muro ad U
Tipo	<i>Rilevato</i>	<i>Ag</i>
E (kN/m²)	200000	200000
ν	0,3	0,3
B (m)	10.80	
L (m)	15,00	
L/B	1,39	
c_t	0,86	1.03
Kw (kN/m²)	18555	20060

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 16 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

(kPa/cm)	186	200
----------	-----	-----

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

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

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

All. [1] 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 $S_e(T)$;

All. [2] in corrispondenza del punto del reticolo che individua la posizione geografica dell'opera;

All. [3] con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR.

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

All. [4] a_g , accelerazione orizzontale massima del terreno

All. [5] F_0 , valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

All. [6] 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.

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

All. [7] Vita nominale V_N = 50 anni;

All. [8] Classe d'uso = III;

All. [9] Coefficiente d'uso C_u = 1.5;

All. [10] Periodo di riferimento V_R = 75 anni;

All. [11] $T_{R,SLV}$ = 712 anni;

All. [12] Comune = Matelica;

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 17 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

V_R [anni]	Stato Limite	PV_R -	T_R [anni]	α_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
75	SLO	81%	45	0.073	2.450	0.286
	SLD	63%	75	0.090	2.454	0.297
	SLV	10%	712	0.206	2.526	0.331
	SLC	5%	1462	0.262	2.555	0.339

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità di Progetto

7. VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI

7.1 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:

7.2 VERIFICHE DELLE TENSIONI

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

Per il caso in esame risulta in particolare :

CALCESTRUZZO C32/40

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

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

CALCESTRUZZO C25/30

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

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

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 18 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

ACCIAIO

$$\sigma_{\max} = (0,80 f_{yk}) = \mathbf{360} \text{ MPa}$$

Combinazione di Carico
Caratteristica (Rara)

7.3 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

Conseguentemente dovrà risultare:

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

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

- Per le strutture in elevazione:

Condizioni Ambientali : Ordinarie

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	17	OM7400	REL	01	B	20 di 208

Armature : Poco Sensibili

Conseguentemente dovrà risultare:

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

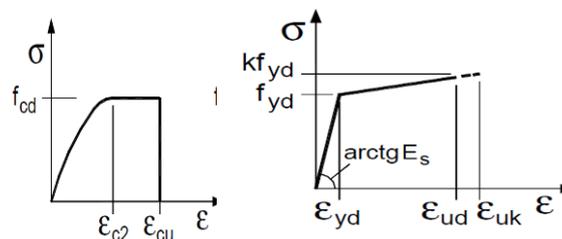
Combinazione Frequente : $w \leq 0.4\text{mm}$

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.

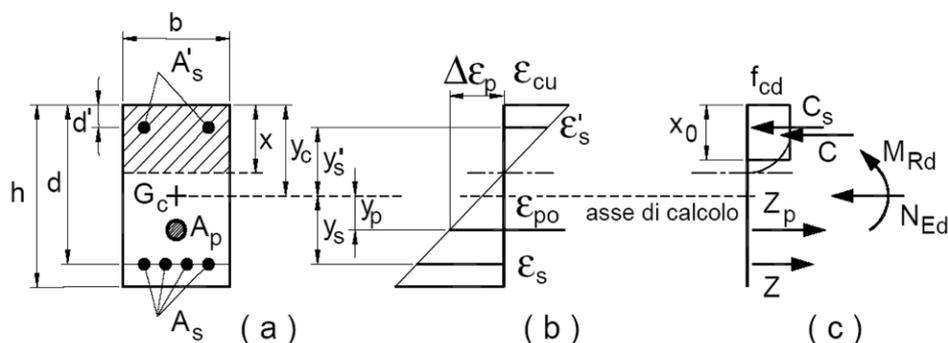
7.4 VERIFICHE ALLO SLU

7.5 PRESSOFLESSIONE

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



Legami costitutivi Calcestruzzo ed Acciaio -



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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 21 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

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.

7.6 TAGLIO

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

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

Dove:

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

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

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

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

Essendo:

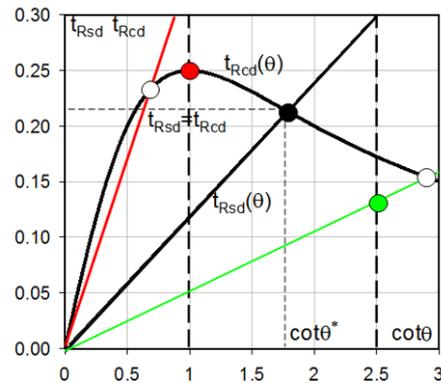
$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2.5$$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 22 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

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.

$$1 \leq \cot \theta \leq 2,5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21,8^\circ$$



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

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

ω_{sw} : Percentuale meccanica di armatura trasversale.

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 23 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

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

8. CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA SCATOLARI

Nell'ambito del presente paragrafo, si descrivono i criteri generali adottati per l'Analisi e relative verifiche strutturali e geotecniche delle opere oggetto di dimensionamento

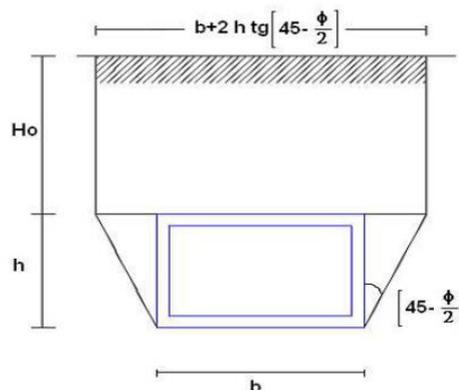
8.1 ANALISI DEI CARICHI

8.1.1 Peso proprio

Il peso proprio delle strutture è determinato automaticamente dal programma di calcolo, avendo considerato un peso dell'unità di volume del c.a. $\gamma_{cls} = 25 \text{ KN/m}^3$.

8.1.2 Permanenti

Per la valutazione del carico permanente in copertura, si è fatto riferimento al metodo di **Terzaghi** secondo il quale, il carico sul traverso si manifesta come semplice peso di una massa parabolica o ellittica di distacco.



Più in dettaglio **Terzaghi** fornisce due espressioni differenti della pressione a seconda della maggiore o minore altezza del ricoprimento, H_0 .

Facendo riferimento ai simboli della figura precedente, ed indicando con C la coesione, con ϕ l'angolo di attrito e con γ il peso di volume del terreno di ricoprimento, le due espressioni sono le seguenti:

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 24 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

$$p_v = \frac{\gamma B_1 - C}{K \operatorname{tg} \varphi} \left(1 - e^{-K \frac{H_b}{B_1} \operatorname{tg} \varphi} \right)$$

nella quale K è un coefficiente sperimentale, che, secondo misure eseguite dallo stesso **Terzaghi** è circa uguale ad **1**, mentre il coefficiente B_1 , si ricava attraverso la seguente espressione:

$$B_1 = \frac{b}{2} + h \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

nella quale φ è l'angolo di attrito dello strato di rinfiacco.

8.1.3 Spinta del terreno

Per la valutazione delle Spinte del terreno sui piedritti, si è fatto riferimento alla teoria di Coluomb.

La teoria di Coulomb considera l'ipotesi di un cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno. In particolare Coulomb ammette, al contrario della teoria di Rankine, l'esistenza di attrito fra il terreno e la parete, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale alla parete stesso di un angolo di attrito terra-parete.

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno, di peso di volume γ , su una parete di altezza H , risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente) :

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_a$$

K_a rappresenta il coefficiente di spinta attiva di Coulomb nella versione riveduta da Muller-Breslau, espresso come :

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta) \cdot \left[1 + \frac{\sqrt{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}}{\sqrt{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

dove ϕ è l'angolo d'attrito del terreno, α rappresenta l'angolo che la parete forma con l'orizzontale ($\alpha = 90^\circ$ per parete verticale), δ è l'angolo d'attrito terreno-parete, β è l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale.

La spinta risulta inclinata dell'angolo d'attrito terreno-parete δ rispetto alla normale alla parete.

Il diagramma delle pressioni del terreno sulla parete risulta triangolare con il vertice in alto.

Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni (1/3 H rispetto alla base della parete). L'espressione di K_a perde

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 25 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

di significato per $\beta > \varphi$.

Questo coincide con quanto si intuisce fisicamente: la pendenza del terreno a monte della parete non può superare l'angolo di natural declivio del terreno stesso.

Nel caso di terreno dotato di attrito e coesione c l'espressione della pressione del terreno ad una generica profondità z vale :

$$\sigma_a = \gamma \cdot z \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

Nel caso in esame tuttavia, in considerazione della ridotta capacità deformativa dell'opera, si è assunto che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo.

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione :

$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

dove ϕ rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfianco.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità z e la spinta totale sulla parete di altezza H valgono :

$$\sigma = \gamma \cdot z \cdot K_0 + p_v \cdot K_0$$

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_0 + p_v \cdot K_0 \cdot H$$

dove p_v è la pressione verticale agente in corrispondenza della calotta.

Per il rilevato stradale sono stati assunti i seguenti i seguenti valori dei parametri fisico meccanici geotecnici di progetto:

- peso di volume $\gamma = 20 \text{ KN/mc}$
- angolo di attrito $\varphi' = 35^\circ$
- coesione efficace $c' = 0$.

8.1.4 Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento :

$$\gamma_a = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua.

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 26 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

8.1.5 Variazioni termiche della struttura

Si è tenuto conto di eventuali effetti termici dovuti a variazioni di temperatura sull'opera, applicando sul traverso superiore una variazione termica variabile linearmente da - 2.5°C all'estradosso della soletta superiore, a + 2.5°C all'intradosso della soletta superiore;

8.1.6 Ritiro e viscosità

Gli effetti del ritiro del calcestruzzo e della viscosità sono assimilati ad una variazione termica uniforme della soletta superiore.

Nello specifico, si è assunto di modellare la deformazione da ritiro totale comprensiva anche degli effetti da deformazione viscosa, attraverso l'introduzione di un carico termico uniforme nella soletta superiore di **-10°C**.

8.1.7 Azioni variabili da traffico (Q1)

Per la determinazione dei carichi accidentali da traffico da considerare sul piano della pavimentazione, si è fatto riferimento agli schemi di carico stabilità al punto 5.1.3.3.3 del DM 14/01/08 di cui nel seguito:

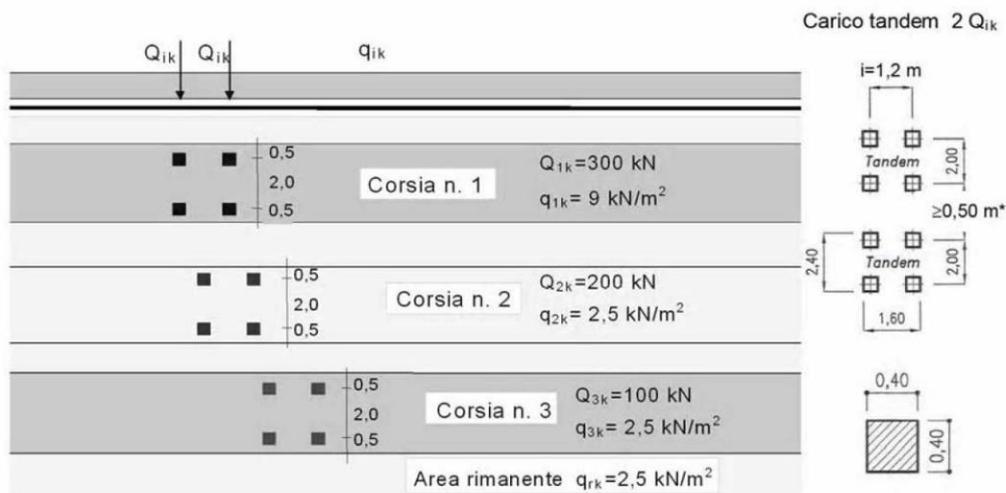


Figura 1 – Schema di carico 1

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

- All. [13] 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;
- All. [14] 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;
- All. [15] 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;
- All. [16] un carico uniforme $q_{rk} = 2.5$ kN/m² nella zona di carreggiata non impegnata dai carichi precedenti.

Ai fini delle analisi, si è assunto di trasformare i carichi concentrati Q_{1k} , in un carico distribuito equivalente, che, con riferimento alla colonna di carico 1, risulta il seguente:

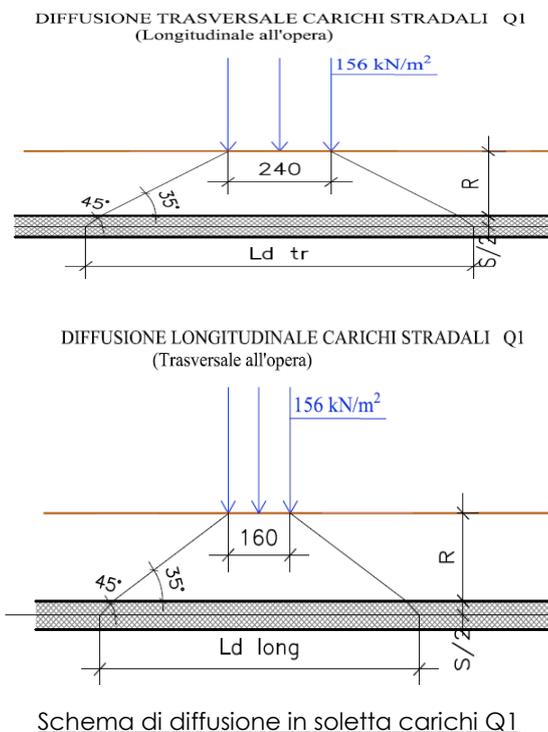
$$Q_{1k} d = 600 / 2.40 \times 1.60 = 156 \text{ kN/m}^2$$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 28 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Si è assunto inoltre di diffondere il carico valutato in precedenza fino al piano medio della soletta, secondo quanto riportato negli schemi grafici di figura seguente:



In definitiva, sul piano medio della soletta, agirà un carico uniforme distribuito pari a :

SCATOLARE		
Altezza dello strato di terreno di ricoprimento : Hr [m]	2.9	
Spessore Trasverso : Ss [m]	0.9	
Impronta ruota: b [m]	0.4	
l _{trasv} [m]	2.4	
l _{long} [m]	1.6	
L _{trasv} [m]	9.5	L _{trasv} = 2 · Hr + 2 · (Ss / 2) + b + l _{trasv}
L _{long} [m]	8.7	L _{long} = 2 · Hr + 2 · (Hr / 2) + b + l _{long}
Coefficiente dinamico : φ	1.4	
q'1° [kN/m ²]	7.3	q'1a = 2 x 300 KN / (L _{trasv} x L _{long})
q1a [kN/m ²]	10.2	q1a = q'1a · φ

Nelle analisi verrà assunto un carico amplificato di 1,5 per tener conto degli effetti della 2° colonna di carico eventualmente adiacente, ovvero q1k = 15 kN/m²

In aggiunta, si è considerato agente sul piano stradale l'ulteriore carico uniforme di **9KN/m²**, trascurando cautelativamente gli effetti di diffusione.

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 29 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

8.1.8 Azione longitudinale di frenamento (Q3)

Per quanto riguarda l'azione di frenatura, definita al paragrafo 6.2.3.5. del D.M.14/09/05 si considera la frenatura di una carreggiata: $Q_{frenatura} = 0.20 \cdot [(300 \times 2) \times 1.4]$

SCATOLARE	
L _{trasv}	9.5
L _{long}	8.7
ϕ	1.4
Q _{frenatura}	168
q frenatura distr	2.0

Dove:

$q_{frenatura} \text{ (distribuita)} = 168 / (L_{trasv} \times L_{long})$

8.1.9 Azioni Sismiche

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k .

8.1.10 Forze d'inerzia

Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale

$$F_h = k_h \cdot W$$

Forza sismica verticale

$$F_v = k_v \cdot W$$

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

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

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

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

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

Nel caso specifico, in accordo a quanto già riportato al precedente paragrafo risulta:

All. [17] $T_{R,SLV}$	= 712 anni;
All. [18] Comune	= Matelica;
All. [19] $\alpha_{g,SLV}$	= 0.206 g ;
All. [20] $F_{0,SLV}$	= 2.526 ;
All. [21] $T^*_{c,SLV}$	= 0.331 sec.

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 30 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Potendo considerare generalmente sottosuoli di tipo C per l'intero lotto in progetto, risulta nel caso in esame:

Cat Suolo	C	
$S_s =$	1,388	
$S_T =$	1,00	
$a_{max} [m/s^2] =$	2,803	
$K_h [-] =$	0,286	Coefficiente sismico orizzontale
$K_v [-] =$	0,143	Coefficiente sismico verticale

8.1.11 Spinta sismica terreno

Le spinte del terreno in fase sismica, sono state determinate con la teoria di Wood, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinata con la seguente espressione:

$$\Delta S_E = K_h \cdot \gamma \cdot H^2$$

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 31 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

8.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Per la combinazione dei diversi carichi previsti sulla struttura di cui al precedente paragrafo 7, si è fatto riferimento a quanto specificato in merito al prg 2.5.3 del DM 14.01.08, secondo cui le combinazioni di carico da considerare nei riguardi dei diversi stati limite di verifica SLU, SLE e sisma sono le seguenti:

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

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

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine:

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

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti.

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica (da DM 14/01/2008)

- (1) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
 (2) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
 (3) Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
 (4) Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
 (5) Aliquota di carico da traffico da considerare.
 (6) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
 (7) 1,20 per effetti locali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento q_s	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_s	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

Tabella 5.1.VI- Coefficienti di combinazione ψ delle azioni (da DM 14/01/2008)

In definitiva, con riferimento ai carichi di tipo variabile previsti nel caso in esame, sono stati assunti i seguenti coefficienti di partecipazione Ψ :

Carichi stradali (Variabili da traffico)

$$\Psi_0 = 0.75 \quad \Psi_1 = 0.75 \quad \Psi_2 = 0.00 \quad (\Psi_2 = 0.20 \text{ in combinazioni sismiche})$$

Azioni Termiche (Term)

$$\Psi_0 = 0.60 \quad \Psi_1 = 0.60 \quad \Psi_2 = 0.50$$

In definitiva, sono state analizzate un totale di **21** Combinazioni di calcolo di cui **8 riferite al Caso SLU statico (A1-M1 ed A2-M2)**, **4 sismiche (2 A1-M1 + 2 A2-M2)** ed **9 di SLE**.

Di seguito si riporta in definitiva un riepilogo delle Combinazioni di Calcolo considerate nelle analisi

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI		COMBINAZIONI SLU - STATICHE															
		Azione Variabile Dominante : Carichi di traffico								Azione Variabile Dominante : Termica							
		C1		C2		C3		C4		C5		C6		C7		C8	
		A1-M1		A2-M2		A1-M1		A2-M2		A1-M1		A2-M2		A1-M1		A2-M2	
		γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ
1	Peso Proprio	1,35	1	1	1	1,35	1	1	1	1,35	1	1	1	1,35	1	1	1
2	Spinta terreno sinistra	1,35	1	1	1	1,35	1	1	1	1,35	1	1	1	1,35	1	1	1
3	Spinta terreno destra	1,35	1	1	1	1,35	0,5	1	0,5	1,35	1	1	1	1,35	0,5	1	0,5
4	Sisma sinistra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Sisma destra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Spinta Falda	1,35	1	1	1	1,35	1	1	1	1,35	1	1	1	1,35	1	1	1
7	Ritiro	1,20	1	1	1	1,20	1	1	1	1,20	1	1	1	1,20	1	1	1
8	Termica	1,20	0,6	1	0,6	1,20	0,6	1	0,6	1,20	1	1	1	1,20	1	1	1
9	Q STR CEN	1,35	1	1,15	1	-	-	-	-	1,35	0,75	1,15	0,75	-	-	-	-
10	Q STR LAT	-	-	-	-	1,35	1	1,15	1	-	-	-	-	1,35	0,75	1,15	0,75

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 34 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI		COMBINAZIONI SLU - SISMICHE							
		C9		C10		C11		C12	
		1-M1/V+		1-M1/V-		1-M2/V+		1-M2/V-	
		γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ
1	Peso Proprio	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Spinta terreno sinistra	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Spinta terreno destra	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Sisma sinistra	1							
5	Sisma destra	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Spinta Falda	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Ritiro	1	1	1	1	1	1	1	1
8	Termica	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5
9	Q STR CEN	-	0	-	0	-	0	-	0
10	Q STR LAT	-	0	-	0	-	0	-	0

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI		COMBINAZIONI SLE																	
		Azione Variabile Dominante : Carichi di traffico												Azione Variabile Dominante : Termica					
		C13		C14		C15		C16		C17		C18		C19		C20		C21	
		RARA		FREQ.		Q.PERM		RARA		FREQ.		Q.PERM		RARA		FREQ.		Q.PERM	
		γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ	γ	Ψ
1	Peso Proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	Spinta terreno sinistra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
3	Spinta terreno destra	1	1	1	1	1	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	
4	Sisma sinistra	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	Sisma destra	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	Spinta Falda	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	
7	Ritiro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
8	Termica	1	0.6	1	0.5	1	0.5	1	0.6	1	0.5	1	0.5	1	1	1	0.6	1	
9	Q STR CEN	1	1	1	0.75	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	Q STR LAT	-	-	-	-	-	-	1	1	1	0.75	-	0	1	0.75	-	0	-	

Si precisa infine che la condizione di Carico **Q STR CEN**, è rappresentativa di una configurazione di carico stradale "simmetrica", (asse carico Q1k coincidente con l'asse del traverso) mentre la condizione di carico **Q STR LAT**, è una condizione emisimmetrica, ovvero con bordo del carico Q1k coincidente con filo esterno piedritto e carico q1k(9 KN/m²) assente in soletta.

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 35 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

8.3 VERIFICHE GEOTECNICHE (CARICO LIMITE)

Per la verifica della capacità portante delle Fondazioni superficiali, si è fatto ricorso alla teoria di Meyerhof secondo la quale, il carico limite di una fondazione superficiale, è valutabile attraverso le seguenti espressioni:

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c + \gamma_1 \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q + \frac{1}{2} \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \quad (\text{Caso di Carico Verticale})$$

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot D \cdot N_q \cdot d_q \cdot i_q + \frac{1}{2} \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \quad (\text{Caso di Carico Inclinato})$$

dove:

Il prodotto $\gamma_1 D$ presente nel 2° termine, corrisponde al valore della pressione efficace sul piano di appoggio della fondazione che quindi nel caso più generale di falda tra piano campagna e piano di posa fondazione, corrisponde a:

$$\gamma' x h_w + \gamma_1 x (D - h_w)$$

con la specifica inoltre che in tal caso, alla formula trinomia va aggiunto l'ulteriore termine $\gamma_w x h_w$

Allo stesso modo, per falda presente nel volume di terreno potenzialmente interessato dal meccanismo di rottura, il γ_2 del terzo termine della trinomia corrisponde al peso di volume efficace della terreno di fondazione γ_2'

γ_2' = peso di volume dello strato di fondazione;

γ_w = peso di volume falda

h_w = quota falda rispetto al piano di posa della fondazione

B' = larghezza efficace della fondazione (depurata dell'eventuale eccentricità del carico
 $B' = B - 2e$;

e = eccentricità del carico rispetto al baricentro della fondazione

L' = lunghezza efficace della fondazione (depurata dell'eventuale eccentricità del carico
 $L' = L - 2e$;

c = coesione efficace dello strato di fondazione;

N_c, N_q, N_γ = fattori di capacità portante;

s_c, s_q, s_γ = fattori di forma della fondazione;

d_c, d_q, d_γ = fattori di profondità del piano di posa della fondazione.

i_c, i_q, i_γ = fattori di inclinazione del carico;

Per la teoria di Meyerhof i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 36 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

$$N_c = (N_q - 1) \cdot ctg\phi; \quad N_q = tg^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \cdot e^{(\pi \cdot tg\phi)}; \quad N_\gamma = (N_q - 1) \cdot tg(1.4 \cdot \phi)$$

$$s_c = 1 + 0.2 \cdot Kp \cdot \frac{B}{L}; \quad s_q = 1 + 0.1 \cdot tg^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \cdot \frac{B}{L}; \quad s_{\gamma q} = s_q$$

$$d_c = 1 + 0.2 \cdot tg\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \cdot \frac{D}{B_f}; \quad d_q = 1 + 0.1 \cdot tg\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \cdot \frac{D}{B_f}; \quad d_\gamma = d_q$$

$$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2; \quad i_q = i_c; \quad i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2$$

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

ϕ = angolo di attrito dello strato di fondazione;

θ = inclinazione della risultante sulla verticale;

D = profondità della fondazione.

** nel caso di terreno eminentemente coesivo ($\phi = 0$) si assume: $s_q = 1$; $s_\gamma = 1$; $d_q = 1$;

$d_\gamma = 1$; $i_\gamma = 0$.

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 37 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

9. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Nell'ambito del presente paragrafo si riporta una descrizione delle caratteristiche dei Software utilizzati per l'effettuazione delle Analisi e Verifiche strutturali e geotecniche esposte nel presente documento.

Denominazione ed Estremi di Licenza del Software

Titolo	SCAT - Analisi Strutture Scatolari
Versione	11.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	PROGIN S.P.A.
Licenza	AIU01054U

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfianco vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione

L'analisi che viene effettuata è un'analisi al passo per tener conto delle molle che devono essere eliminate (molle in trazione). L'analisi fornisce i risultati in termini di spostamenti. Dagli spostamenti si risale alle sollecitazioni nodali ed alle pressioni sul terreno.

Il calcolo degli scatolari viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle pressioni in calotta (per gli scatolari ricoperti da terreno);
- Calcolo della spinta del terreno;
- Calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali (fondazione, piedritti e traverso);
- Progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software impiegati ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore dei software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. Le stesse società produttrici hanno verificato

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 38 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

l'affidabilità e la robustezza dei codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati sono contenuti in apposita documentazione fornita a corredo dell'acquisto del prodotto, che per brevità espositiva si omette di allegare al presente documento.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni esposte nel documento sono state inoltre sottoposte a controlli dal sottoscritto utente del software.

Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali, che per brevità espositiva si omette dall'allegare al presente documento.

Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, Il Progettista dichiara pertanto che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, validando conseguentemente i risultati dei calcoli esposti nella presente

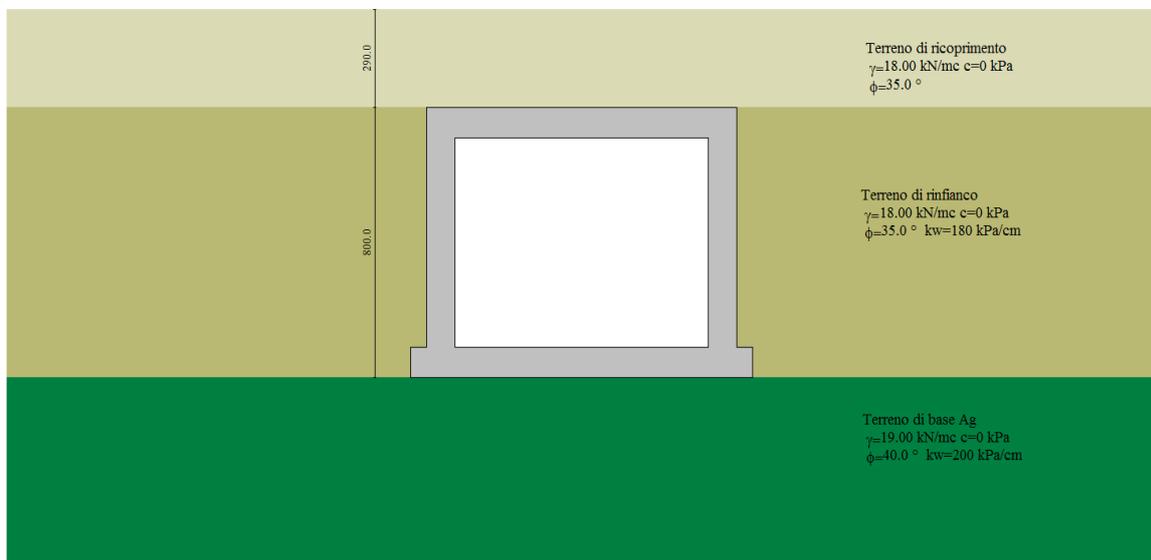
Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 39 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

10. RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE

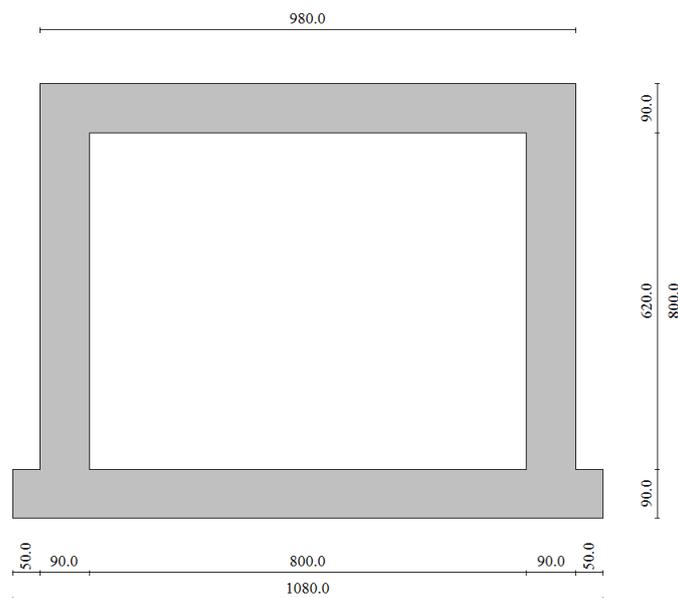
Di seguito di riporta una descrizione della modellazione effettuata mediante ausilio del software di calcolo SCAT v.11 prodotto dalla AZTEC Informativa, con una descrizione del modello strutturale implementato, sollecitazioni di calcolo ottenute e risultati delle verifiche effettuate.

10.1 MODELLO DI CALCOLO

Di seguito di riporta una descrizione del modello geometrico/geotecnico considerato ai fini del dimensionamento:



Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 1/2



Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 40 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 2/2

A partire dal tipo di terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti il programma è in grado di conoscere tutti i carichi agenti sulla struttura per ogni combinazione di carico.

La struttura scatolare viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi.

Il terreno di fondazione viene schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa.

A partire dalla matrice di rigidezza del singolo elemento, K_e , si assembla la matrice di rigidezza di tutta la struttura K . Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali p .

Indicando con u il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma

$$K u = p$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti u

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

Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi.

La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi viene condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico.

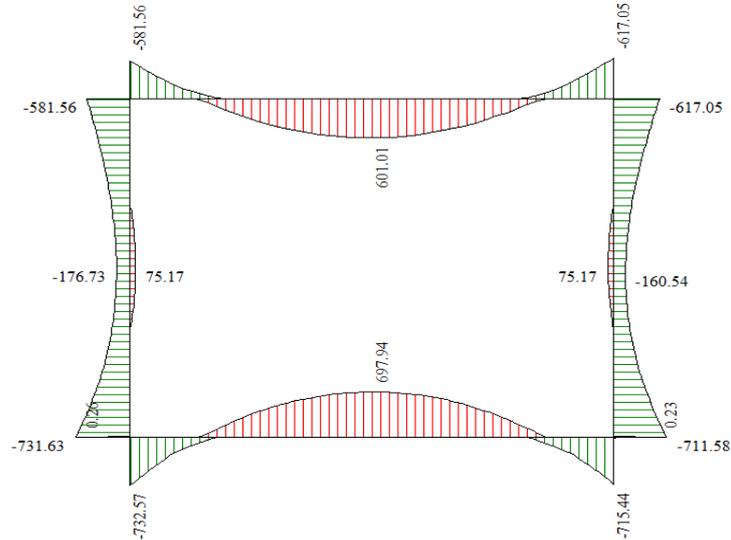
10.2 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO

Si riportano, di seguito, i diagrammi di involuppo delle caratteristiche delle sollecitazioni di Flessione, Taglio e Sforzo Normale; le unità di misura dei grafici sono i KN e m:

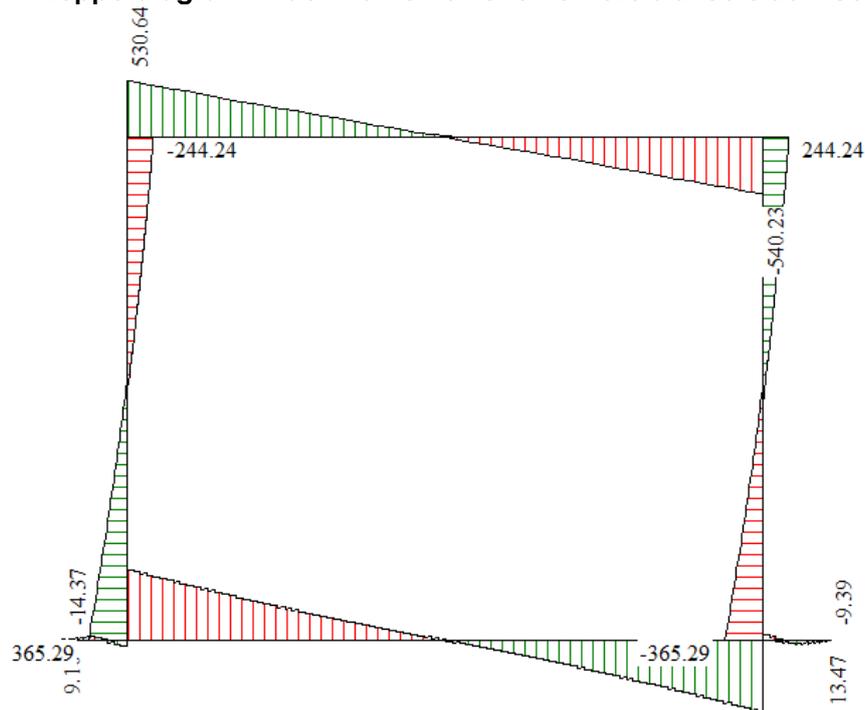
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 41 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------



Inviluppo diagrammi del momento flettente – SLU statico e sismico

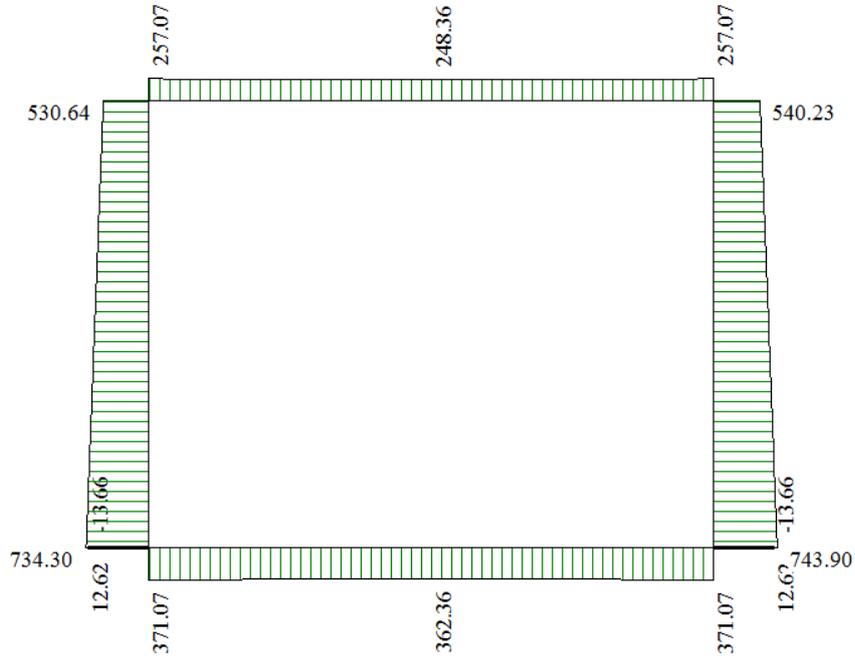


Inviluppo diagrammi del taglio – SLU statico e sismico

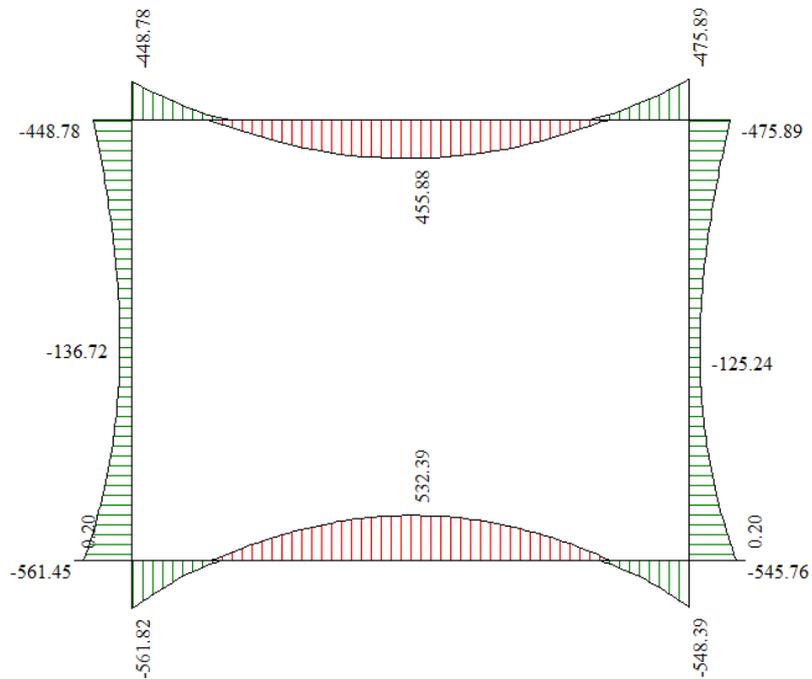
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

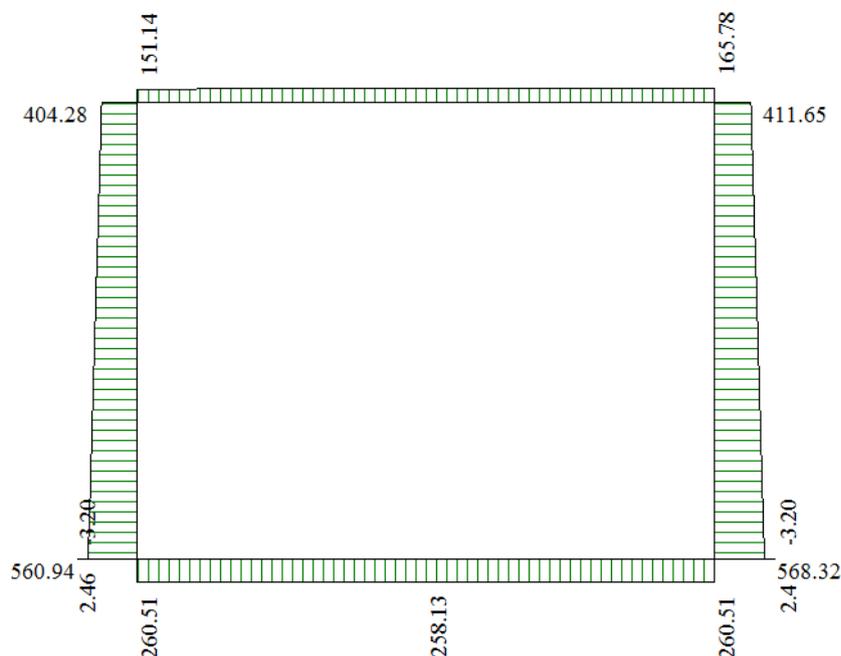
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	17	OM7400		01	B	42 di 208



Involuppo diagrammi dello sforzo normale – SLU statico e sismico



Involuppo diagrammi del momento flettente – SLE


Involuppo diagrammi dello sforzo normale – SLE

10.3 ARMATURE DI PROGETTO

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

Elemento	Armatura a flessione		Armatura a taglio
	Af 1	Af 2	Af t
TRAVERSO	1 ϕ 24/20+1 ϕ 24/40	1 ϕ 24/20+1 ϕ 24/40	1 ϕ 14/40x40*
PIEDRITTI	1 ϕ 24/20+1 ϕ 24/40	1 ϕ 24/20	1 ϕ 14/40x40*
FONDAZIONE	1 ϕ 24/20+1 ϕ 24/40	1 ϕ 24/20+1 ϕ 24/40	1 ϕ 14/40x40*

Af1 : Armatura lato esterno (terreno)

Af2 : Armatura lato interno

* L'armatura a taglio v'è disposta negli spigoli degli elementi per i primi 1,60m.

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 44 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

10.4 VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE

Il software esegue in automatico tutte le verifiche strutturali sia allo stato limite ultimo che allo stato limite di esercizio. Per quanto riguarda il taglio il programma prevede sia la verifica per elementi non armati a taglio e sia quella per elementi dotati di apposita armatura a taglio, disponendo tuttavia ferri sagomati resistenti a taglio e non staffe o tiranti. Per questo motivo le verifiche a taglio vengono eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati ad hoc.

I criteri generali di verifica adottati dal Software, sono quelli esposti al paragrafo 8.

Le verifiche cautelativamente vengono effettuate in_asse agli elementi strutturali; come origine del riferimento si sceglie lo spigolo inferiore sinistro dello scatolare:

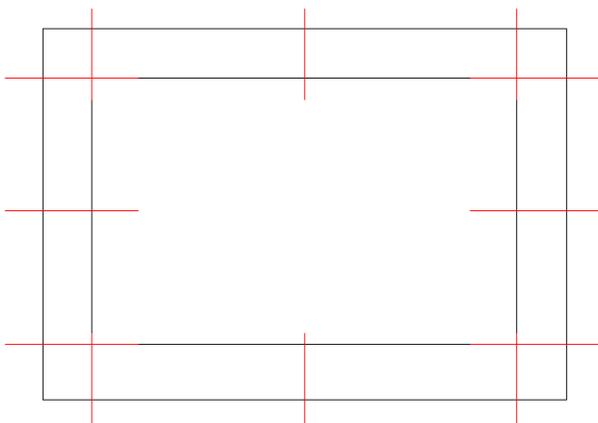


Figura 2 – Sezioni di verifica

10.4.1 Verifiche Allo SLU

Si mostrano, nelle seguenti tabelle, le verifiche SLU nei confronti della pressoflessione. Si riportano per semplicità le verifiche più gravose per la struttura.

Si fa presente, che in misura cautelativa è stato assunto nel modello di calcolo anche per la soletta di fondazione, così come per la struttura in elevazione costituita dai piedritti e fondazione superiore, una classe di calcestruzzo C25/30 facendo comunque distinzione tra condizioni ordinarie e aggressive definite nei paragrafi precedenti.

10.4.2 Verifiche a pressoflessione

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 90.00 cm

X	A _{ri}	A _{fs}	CS
0.00	0.00	0.00	0.00
2.67	36.19	36.19	3.38
5.40	36.19	36.19	2.04
8.13	36.19	36.19	3.13
10.80	0.00	0.00	0.00

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 45 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Verifica sezioni trasverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 90.00 cm

X	A _{ri}	A _{fs}	CS
0.95	36.19	36.19	2.15
3.10	36.19	36.19	2.71
5.40	36.19	36.19	2.23
7.69	36.19	36.19	2.84
9.85	36.19	36.19	2.18

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 90.00 cm

Y	A _{ri}	A _{fs}	CS
0.45	22.62	36.19	2.44
2.23	22.62	36.19	5.13
4.00	22.62	36.19	11.58
5.78	22.62	36.19	5.29
7.55	22.62	36.19	2.19

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 90.00 cm

Y	A _{ri}	A _{fs}	CS
0.45	0.00	36.19	2.28
2.23	22.62	36.19	5.51
4.00	22.62	36.19	11.92
5.78	22.62	36.19	5.02
7.55	0.00	36.19	2.06

10.4.3 Verifiche a taglio

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

Elemento		Geometrie					Caratteristiche Materiali								
							Calcestruzzo						Acciaio		
Gruppo	Dir.	b _w (cm)	H (cm)	c (cm)	d (cm)	A _c (mm ²)	R _{ck} (Mpa)	f _{ck} (Mpa)	F _c	γ _c	α _{cc}	f _{cd} (Mpa)	γ _s	f _{yk} (Mpa)	f _{yd} (Mpa)
Trasverso	sez A	100	90	5	85.0	900000	30.0	24.9	1.00	1.50	0.85	14.11	1.15	450.00	391
Piedritti	sez B	100	90	5	85.0	900000	30.0	24.9	1.00	1.50	0.85	14.11	1.15	450.00	391
Fondazione	sez C	100	90	5	85.0	900000	37.0	30.7	1.00	1.50	0.85	17.40	1.15	450.00	391

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 46 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Elemento	Sollecitazioni di Calcolo			Armature			TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO								
	Nsd (KN)	v	Vsd (KN)	Armature longitudinali .			si/no	σ_{cp} (Mpa)	ρ_1	k	f_{ck} (Mpa)	V_{min}	$V_{Rd\ min}$ (KN)	V_{Rct} (KN)	F.S.
n				\varnothing	mm ²										
Traverso	0	0.00	410	5	24	2261.9	si	0.00	0.00	1.49	24.9	0.32	268.66	284.33	0.69
Piedritti	0	0.00	305	8	24	3392.9	si	0.00	0.00	1.49	24.9	0.32	268.66	325.44	1.07
Fondazione	0	0.00	520	8	24	3619.1	si	0.00	0.00	1.49	30.7	0.35	298.36	356.56	0.69

Elemento	Armature							TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO													
	Armature trasversali (Spilli)							cotg θ^*	$\theta^* \circ$	$\theta^{\circ} \text{ cal}$	ctg θ	σ_{cp} (Mpa)	α_c	f_{cd} (Mpa)	V_{Rcd} (KN)	Cis Teso		Armatura		Risultati Verifica a Taglio	
Gruppo	n_s	\varnothing	p(cm)	A_{sw} (mm ²)	α°	$\alpha^{\circ} \text{ rad}$	ω^{sw}									V_{Rct} (KN)	V_{Rsd} (KN)	Vrd	c (Vrd/Vsd)	Esito	
	Traverso	2.5	14.0	40	384.85	90	1.57	0.02	4.702	12.006	21.80	2.50	0.00	1.00	8.70	2295	0.00	720	720	1.76	Soddisfatta
Piedritti	2.5	14.0	40	384.85	90	1.57	0.02	4.702	12.006	21.80	2.50	0.00	1.00	8.70	2295	0.00	720	720	2.36	Soddisfatta	
Fondazione	2.5	14.0	40	384.85	90	1.57	0.02	4.702	12.006	21.80	2.50	0.00	1.00	8.70	2295	0.00	720	720	1.38	Soddisfatta	

10.4.4 Verifiche Allo SLE

Nel seguente paragrafo si riportano le verifiche allo stato limite di apertura delle fessure e le verifiche delle alle tensioni per il calcestruzzo e per l'acciaio di armatura.

Si fa presente, che in misura cautelativa è stato assunto nel modello di calcolo anche per la soletta di fondazione, così come per la struttura in elevazione costituita dai piedritti e fondazione superiore, una classe di calcestruzzo C25/30 facendo comunque distinzione tra condizioni ordinarie e aggressive definite nei paragrafi precedenti.

Simbologia adottata ed unità di misura

- N° Indice sezione
- X Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
- M Momento flettente, espresso in kNm
- V Taglio, espresso in kN
- N Sforzo normale, espresso in kN
- A_{fi} Area armatura inferiore, espressa in cmq
- A_{fs} Area armatura superiore, espressa in cmq
- σ_{fi} Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in MPa
- σ_{fs} Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in MPa
- σ_c Tensione nel calcestruzzo, espresse in MPa
- τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in MPa
- A_{sw} Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq

Simbologia adottata ed unità di misura

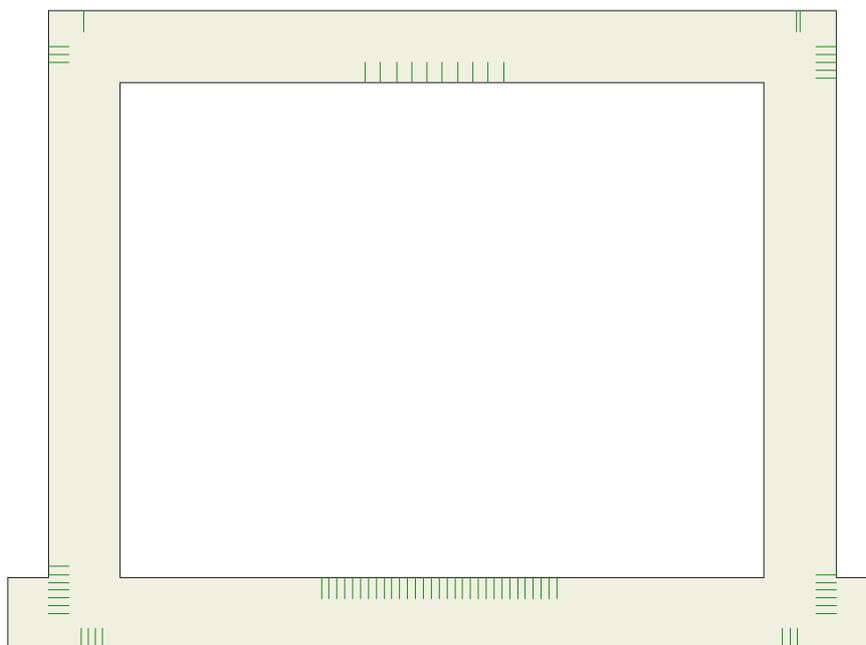
- N° Indice sezione
- Xi Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 47 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

M_p	Momento di prima fessurazione positivo, espresse in kNm
M_n	Momento di prima fessurazione negativo, espresse in kNm
w_k	Ampiezza fessure, espresse in mm
w_{lim}	Apertura limite fessure, espresse in mm
s	Distanza media tra le fessure, espresse in mm
ε_m	Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

10.4.5 Verifiche a fessurazione

L'ampiezza delle fessure è sempre al di sotto dei limiti sopra descritti, pertanto le verifiche si possono ritenere soddisfatte. Nella seguente figura vengono riportati lo schema con indicazione delle zone della struttura ove si innesca il processo di fessurazione. Per i relativi valori di ampiezza delle fessure ricavati per la combinazione frequente e quasi permanente riferirsi al tabulato in allegato:



Schema con indicazione delle zone fessurate

10.4.6 Verifica delle tensioni

Nella seguente tabella sono riportati i risultati delle verifiche allo SLE dei limiti tensionali di lavoro nel calcestruzzo e nelle barre di armatura.

Tali tensioni risultano sempre al di sotto dei limiti indicati dalla normativa, pertanto le verifiche si possono ritenere soddisfatte. Vengono riportate le verifiche più gravose.

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione	B = 100 cm
Altezza sezione	H = 90.00 cm

X	A_{ri}	A_{fs}	σ_c	σ_{ri}	σ_{fs}
0.00	0.00	0.00	98068	0	0

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 48 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

2.67	36.19	36.19	1235	16779	18962
5.40	36.19	36.19	4555	57985	153997
8.13	36.19	36.19	1350	18232	22991
10.80	0.00	0.00	98068	0	0

X	τ_c	A_{sw}
0.00	10	0.00
2.67	-397	0.00
5.40	11	0.00
8.13	412	0.00
10.80	-10	0.00

Verifica sezioni trasverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 90.00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.95	36.19	36.19	3783	47718	137361
3.10	36.19	36.19	1947	59331	25090
5.40	36.19	36.19	3846	139133	48537
7.69	36.19	36.19	1817	52605	23540
9.85	36.19	36.19	4016	50681	145152

X	τ_c	A_{sw}
0.95	553	0.00
3.10	283	0.00
5.40	-6	0.00
7.69	-292	0.00
9.85	-563	0.00

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 49 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 90.00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.45	22.62	36.19	5384	70863	132056
2.23	22.62	36.19	2342	32161	28820
4.00	22.62	36.19	1423	20029	7594
5.78	22.62	36.19	2263	30729	35293
7.55	22.62	36.19	4263	55714	112957

Y	τ _c	A _{sw}
0.45	354	0.00
2.23	166	0.00
4.00	11	0.00
5.78	-129	0.00
7.55	-207	0.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 90.00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.45	0.00	36.19	6008	0	132260
2.23	22.62	36.19	2189	30206	23708
4.00	22.62	36.19	1326	18752	5678
5.78	22.62	36.19	2302	31249	36054
7.55	0.00	36.19	5169	0	126696

Y	τ _c	A _{sw}
0.45	-354	0.00
2.23	-166	0.00
4.00	15	0.00
5.78	143	0.00
7.55	227	0.00

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 50 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

10.5 VERIFICHE GEOTECNICHE

La verifica a carico limite è stata eseguita in automatico dal software di calcolo attraverso l'utilizzo di della formula di Meyerhof, come già specificato in precedenza; nel seguito si riportano i risultati ottenuti per il caso in esame:

Simbologia adottata

IC Indice della combinazione

N_c, N_q, N_g Fattori di capacità portante

N_c, N_q, N_g Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.

q_u Portanza ultima del terreno, espressa in [MPa]

Q_u Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m

Q_y Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m

FS Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N_c	N_q	N_y	N'_c	N'_q	N'_y	q_u	Q_u	Q_y	FS
1	75.31	64.2	93.69	184.48	105.79	154.4	36598	395261.62	1740.44	227.1
2	41.69	28.99	30.46	88.68	43.83	46.06	13325	143910.22	1351.19	106.51
3	75.31	64.2	93.69	106.29	76.91	110.13	25963	280399.49	2025.64	138.43
4	41.69	28.99	30.46	56.54	33.91	34.67	10032	108344.8	1594.13	67.96
5	75.31	64.2	93.69	106.65	77.18	110.98	26195	282900.81	1954.34	144.76
6	41.69	28.99	30.46	56.75	34.04	35.01	10130	109399.27	1533.4	71.34
7	75.31	64.2	93.69	106.65	77.18	110.98	26195	282900.81	1954.34	144.76
8	41.69	28.99	30.46	56.75	34.04	35.01	10130	109399.27	1533.4	71.34
9	75.31	64.2	93.69	104.68	75.75	106.37	25638	276892.22	1769.46	156.48
10	41.69	28.99	30.46	55.22	33.12	32.51	9739	105184.64	1375.9	76.45
11	75.31	64.2	93.69	105.48	76.33	108.22	25974	280514.02	1762.2	159.18
12	41.69	28.99	30.46	55.77	33.45	33.41	9918	107119.8	1369.72	78.21
13	75.31	64.2	93.69	105.48	76.33	108.22	25974	280514.02	1762.2	159.18
14	41.69	28.99	30.46	55.77	33.45	33.41	9918	107119.8	1369.72	78.21
15	75.31	64.2	93.69	86.56	62.64	66.72	16826	181716.78	1305.61	139.18
16	75.31	64.2	93.69	87.52	63.33	68.68	17237	186155.16	1371.99	135.68
17	41.69	28.99	30.46	46.63	27.97	19.64	6642	71738.14	1384.37	51.82
18	41.69	28.99	30.46	46.13	27.67	18.95	6484	70030.84	1318	53.13
19	75.31	64.2	93.69	86.56	62.64	66.72	16826	181716.78	1305.61	139.18
20	75.31	64.2	93.69	87.52	63.33	68.68	17237	186155.16	1371.99	135.68
21	41.69	28.99	30.46	46.63	27.97	19.64	6642	71738.14	1384.37	51.82
22	41.69	28.99	30.46	46.13	27.67	18.95	6484	70030.84	1318	53.13
23	75.31	64.2	93.69	86.56	62.64	66.72	16826	181716.78	1305.61	139.18
24	75.31	64.2	93.69	87.52	63.33	68.68	17237	186155.16	1371.99	135.68
25	41.69	28.99	30.46	46.63	27.97	19.64	6642	71738.14	1384.37	51.82
26	41.69	28.99	30.46	46.13	27.67	18.95	6484	70030.84	1318	53.13
27	75.31	64.2	93.69	86.56	62.64	66.72	16826	181716.78	1305.61	139.18
28	75.31	64.2	93.69	87.52	63.33	68.68	17237	186155.16	1371.99	135.68
29	41.69	28.99	30.46	46.63	27.97	19.64	6642	71738.14	1384.37	51.82
30	41.69	28.99	30.46	46.13	27.67	18.95	6484	70030.84	1318	53.13

11. ANALISI E VERIFICA MURI AD U

11.1 ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

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

Tabella 1 – Caratteristiche materiali e terreno

Materiali	γ [KN/m ³]
calcestruzzo armato	25
Terreno da Rilevato	18
terreno di fondazione Ag	19

11.1.1 Peso propri strutturali e non strutturali

Il peso proprio delle solette e dei piedritti viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato considerando per il calcestruzzo $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$. L'analisi dei carichi viene condotta per un metro di struttura in direzione longitudinale.

11.1.2 Azioni variabili da traffico

Per la determinazione dei carichi accidentali da traffico da considerare sul piano della pavimentazione, 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:

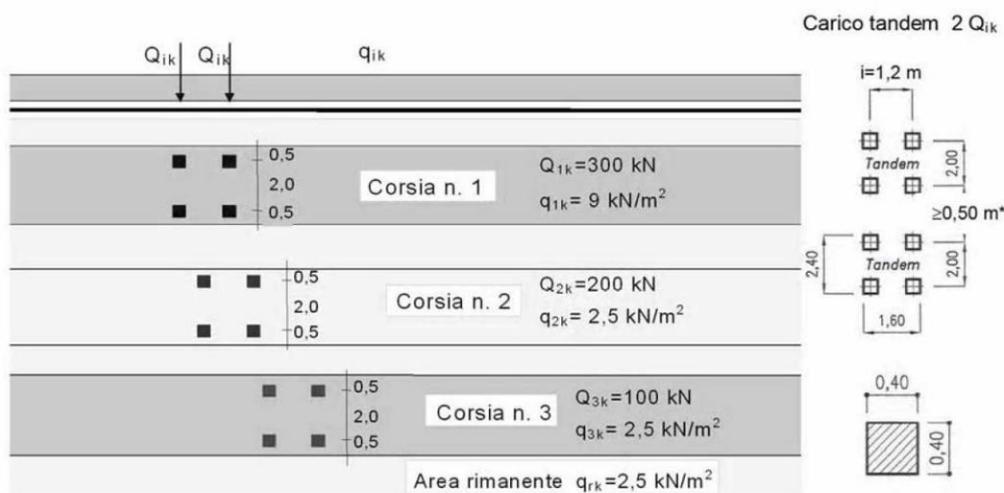


Figura 3 – Schema di carico 1

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 52 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

All. [22] una colonna di carichi (ingombro = 3 m) costituita da un automezzo convenzionale Q1k di 600 kN dotato di 2 assi di 2 ruote ciascuno, distanti 1.20 m in senso longitudinale e con interasse ruote in senso trasversale di 2.00 m; un carico ripartito q1k di 9 kN/m² uniformemente distribuito;

All. [23] una seconda colonna di carichi (ingombro = 3 m), analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente a 400 kN di Q1k e 2.5 kN/m² di q1k e posta ad interasse di 3.00 m. da essa;

All. [24] una terza colonna di carichi (ingombro = 3 m), analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente a 200 kN di Q1k e 2.5 kN/m² di q1k e posta ad interasse di 3.00 m. da essa;

All. [25] un carico uniforme q_{rk} = 2.5 kN/m² nella zona di carreggiata non impegnata dai carichi precedenti.

Ai fini delle analisi, si è assunto di trasformare i carichi concentrati Q1k, in un carico distribuito equivalente, che, con riferimento alla colonna di carico 1, risulta il seguente:

$$Q1k_d = 600 / 2.40 \times 1.60 = 156 \text{ KN/m}^2$$

Tale carico è stato infine applicato su una lunghezza complessiva di **2.40m**, pari all'impronta del carico Q1k in direzione trasversale.

Mentre per la seconda colonna di carico si ha:

$$Q2k_d = 400 / 2.40 \times 1.60 = 104 \text{ KN/m}^2$$

In aggiunta, sul lato corsia 1, va considerato un ulteriore carico distribuito di 9KN/m², mentre sul lato corsia 2, il carico aggiuntivo è pari a 2.5 KN/m².

11.1.3 Spinta del terreno

Il software di calcolo utilizzato valuta in automatico l'entità delle spinte sul muro. L'entità di tale azione è stata valutata nel modo seguente:

$$\sigma'_h = \sigma'_v \cdot k_o = \gamma' \cdot z \cdot k_o$$

ovvero nella condizione di spinta a riposo.

Il coefficiente di spinta è stato calcolato utilizzando la formula $k_o = 1 - \sin\phi = 0,54$.

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 53 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

11.1.4 Spinta in presenza di falda

Il programma tiene in conto della presenza della falda andando a modificare il diagramma delle pressioni sulla parete a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

$$u = \gamma_w \cdot z$$

Nel caso in esame la falda non interagisce con il regime di spinta ai lati dell'opera.

11.1.5 Spinta sui piedritti prodotta dai sovraccarichi variabili

Nel caso in esame non sono presenti sovraccarichi variabili sul terreno ai lati del muro.

11.1.6 Azioni sismiche

Per il calcolo dell'azione sismica si faccia riferimento a quanto riportato nel paragrafo 7.

11.1.7 Spinta sismica terreno

Le spinte del terreno in fase sismica, sono state determinate con la teoria di Wood, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinata con la seguente espressione:

$$\Delta SE = K_h \cdot \gamma \cdot H^2$$

Nel modello viene applicata un carico uniforme pari a:

$$\Delta sE = K_h \cdot \gamma \cdot H^2 / H = 42.17 \text{ kN/m}$$

11.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni descritte nel paragrafo precedente ed utilizzate nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI	
1	Peso proprio
2	Peso Rinterro
3	Spinta statica Rinterro
4	CARICO STRADALE
5	Sisma da destra

Riepilogo condizioni di carico

Per i vari casi di azioni variabili considerate nell'analisi dell'opera, sono stato assunti i seguenti coefficienti di partecipazione:

Carichi stradali (Variabili da traffico)

$\Psi_0 = 0.75$ $\Psi_1 = 0.75$ $\Psi_2 = 0.00$ ($\Psi_2 = 0.20$ in combinazioni sismiche)



Comb n°	Caso	Sisma orizzontale	Sisma verticale
1	A1-M1	Assente	--
2	A2-M2	Assente	--
3	A1-M1	Da DESTRA	NEGATIVO
4	A1-M1	Da DESTRA	POSITIVO
5	A2-M2	Da DESTRA	POSITIVO
6	A2-M2	Da DESTRA	NEGATIVO
7	SLEQ	Assente	--
8	SLEF	Assente	--
9	SLER	Assente	--

Elenco combinazioni di carico

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 55 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Carico Stradale	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 2 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Carico Stradale	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15

Combinazione n° 3 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Carico Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

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

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Carico Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Carico Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Carico Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 56 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Combinazione n° 8 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Carico Stradale	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 9 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Carico Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	17	OM7400		01	B	57 di 208

11.3 MODELLAZIONE ADOTTATA

Il modello di calcolo attraverso il quale è stata schematizzata la struttura è quello di telaio su letto di molle alla Winkler. Il programma di calcolo utilizzato è il software commerciale SCAT v11.0 distribuito dalla Aztec Informatica.

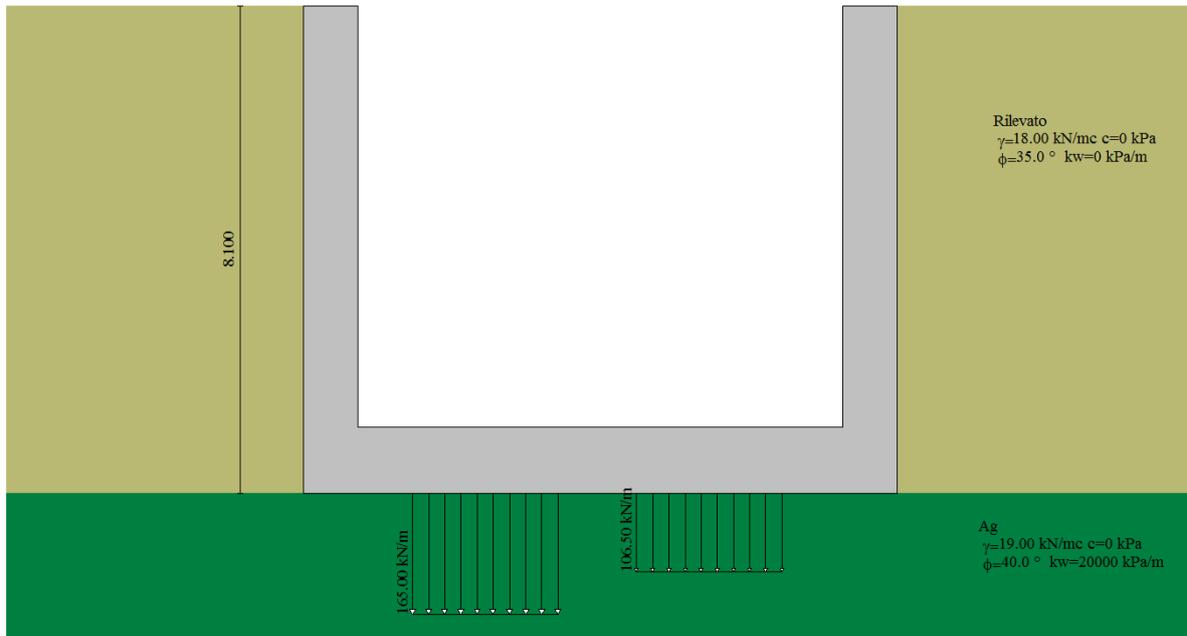


Figura 10 - Modello muro ad U con strati di terreno

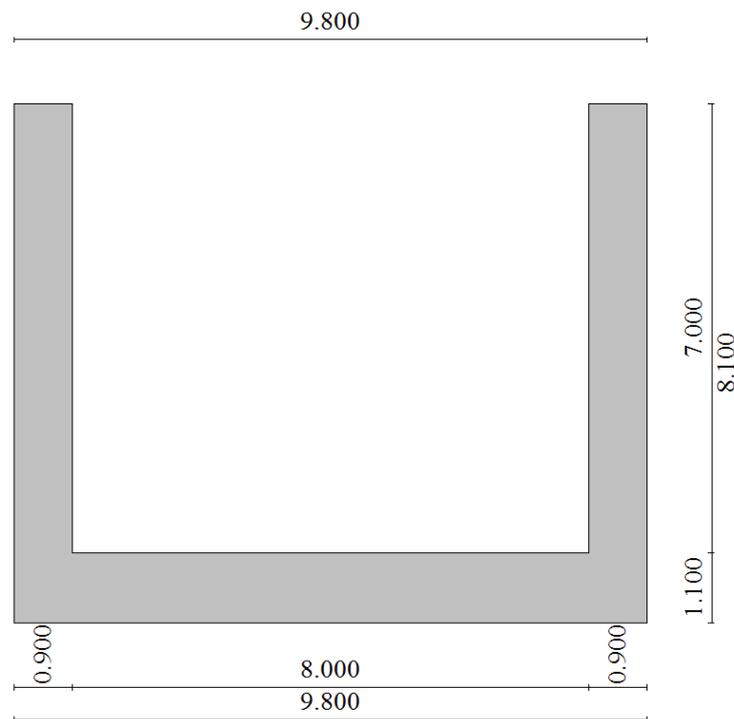


Figura 11 Modello geometrico Muro ad U

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 58 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

11.4 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano, di seguito, i diagrammi di involucro delle caratteristiche delle sollecitazioni di Flessione, Taglio e Sforzo Normale:

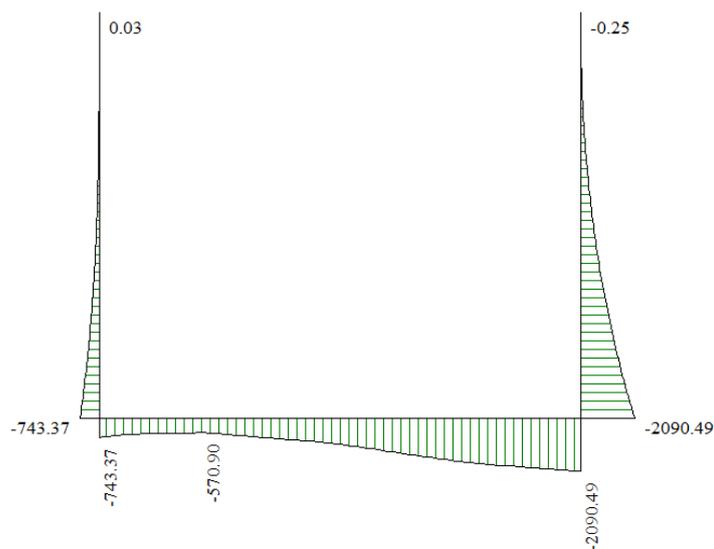


Figura 4 – Involuppo diagrammi del momento flettente – SLU statico e sismico

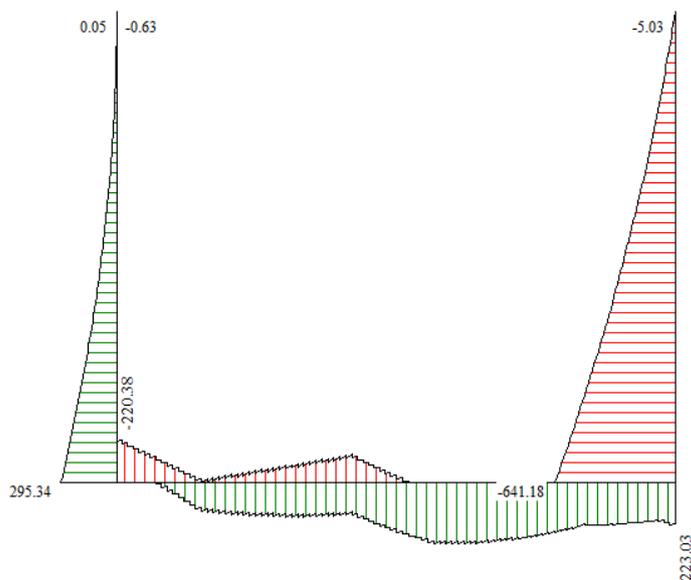


Figura 5 – Involuppo diagrammi del taglio – SLU statico e sismico

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 59 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

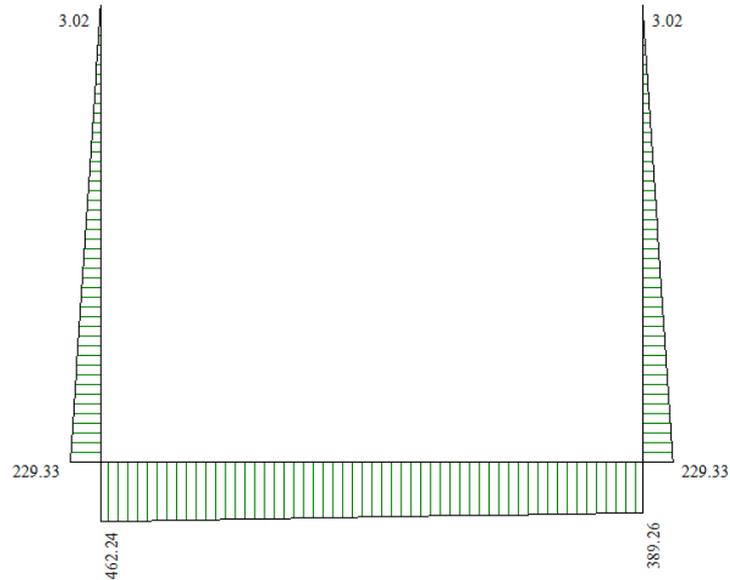


Figura 6 – Involuppo diagrammi dello sforzo normale – SLU statico e sismico

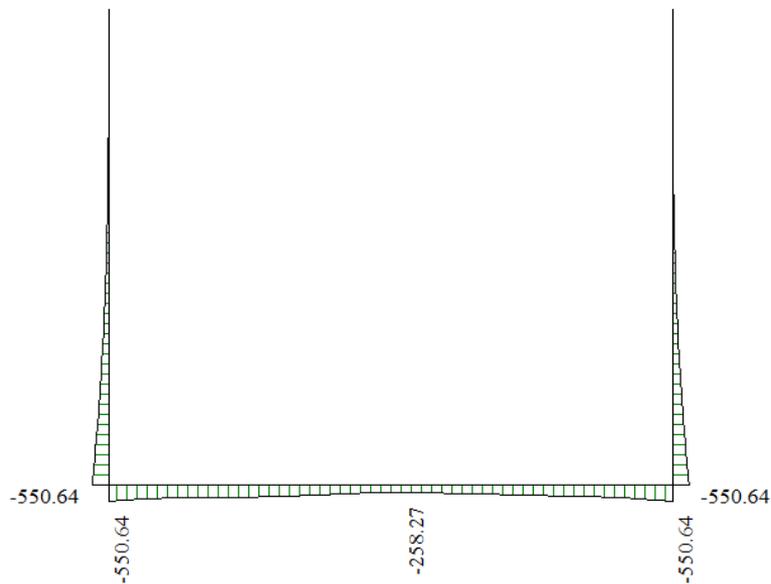


Figura 7 – Involuppo diagrammi del momento flettente – SLE

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 61 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

11.5 ARMATURE DI PROGETTO

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

Elemento	Armatura a flessione		Armatura a taglio
	Af 1	Af 2	Af t
PIEDRITTI	1 ϕ 24/10	1 ϕ 24/20	1 ϕ 16/40x40*
FONDAZIONE	1 ϕ 24/10	1 ϕ 24/20	-

Af1 : Armatura lato esterno (terreno)

Af2 : Armatura lato interno

* L'armatura a taglio nei piedritti v disposta per 3,00m a partire dalla sezione di attacco con la fondazione.

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 62 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

11.6 VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE

11.6.1 Verifiche SLU

Il software esegue in automatico tutte le verifiche strutturali sia allo stato limite ultimo che allo stato limite di esercizio. Per quanto riguarda il taglio il programma prevede sia la verifica per elementi non armati a taglio e sia quella per elementi dotati di apposita armatura a taglio, disponendo tuttavia ferri sagomati resistenti a taglio e non staffe o tiranti. Per questo motivo le verifiche a taglio vengono eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati ad hoc.

I criteri generali di verifica adottati dal Software, sono quelli esposti al paragrafo 8.

Si fa presente, che in misura cautelativa è stato assunto nel modello di calcolo anche per la soletta di fondazione, così come per la struttura in elevazione costituita dai piedritti e fondazione superiore, una classe di calcestruzzo C25/30 facendo comunque distinzione tra condizioni ordinarie e aggressive definite nei paragrafi precedenti.

VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 1.1000 m

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.45	0.005309	0.005309	3.49
4.90	0.005309	0.005309	1.96
9.35	0.005309	0.005309	1.11

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.55	0.002655	0.005309	2.52
4.33	0.002655	0.005309	14.88
8.10	0.002655	0.005309	1000.00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0.55	0.002655	0.007964	1.20
4.33	0.002655	0.005309	2.75
8.10	0.002655	0.005309	1000.00

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 63 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

VERIFICHE A TAGLIO

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

Tabella 2 - Verifiche di resistenza a taglio

Gruppo	Geometrie					Caratteristiche Materiali								
	b _w (cm)	H (cm)	c (cm)	d (cm)	Ac(mm ²)	Calcestruzzo					Acciaio			
						R _{ck} (Mpa)	f _{ck} (Mpa)	F _c	γ _c	α _{cc}	f _{cd} (Mpa)	γ _s	f _{yk} (Mpa)	f _{yd} (Mpa)
Piedritti	100	90	5	85.0	900000	30.0	24.9	1.00	1.50	0.85	14.11	1.15	450.00	391
Fondazione	100	110	5	105.0	1100000	37.0	30.7	1.00	1.50	0.85	17.40	1.15	450.00	391

Gruppo	Sollecitazioni di Calcolo			Armature			TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO								
	Nsd (KN)	v	Vsd (KN)	Armature longitudinali .			si/no	σ _{cp} (Mpa)	ρ _l	k	f _{ck} (Mpa)	v _{min}	V _{Rd min} (KN)	V _{Rct} (KN)	F.S.
				n	∅	mm ²									
Piedritti	0	0.00	641	15	26	7963.9	si	0.00	0.01	1.49	24.9	0.32	268.66	432.38	0.67
Fondazione	0	0.00	250	10	26	5309.3	si	0.00	0.01	1.44	30.7	0.33	350.61	451.13	1.80

Elemento	Armature							TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO												
	Armature trasversali (Spilli)							cotgθ*	θ* °	θ° cal	ctgθ	σ _{cp} (Mpa)	α _c	f _{cd} (Mpa)	V _{Rcd} (KN)	Cis Teso	Armatura	Risultati Verifica a Taglio		
	n _s	∅	p(cm)	A _{sw} (mm ²)	α°	α ^{rad}	ω ^{sw}											V _{Rct} (KN)	V _{Rsd} (KN)	V _{rd}
Piedritti	2.5	14.0	20	384.85	90	1.57	0.05	2.893	19.068	21.80	2.50	0.00	1.00	7.06	1861	0.00	1440	1440	2.25	Soddisfatta

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 64 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

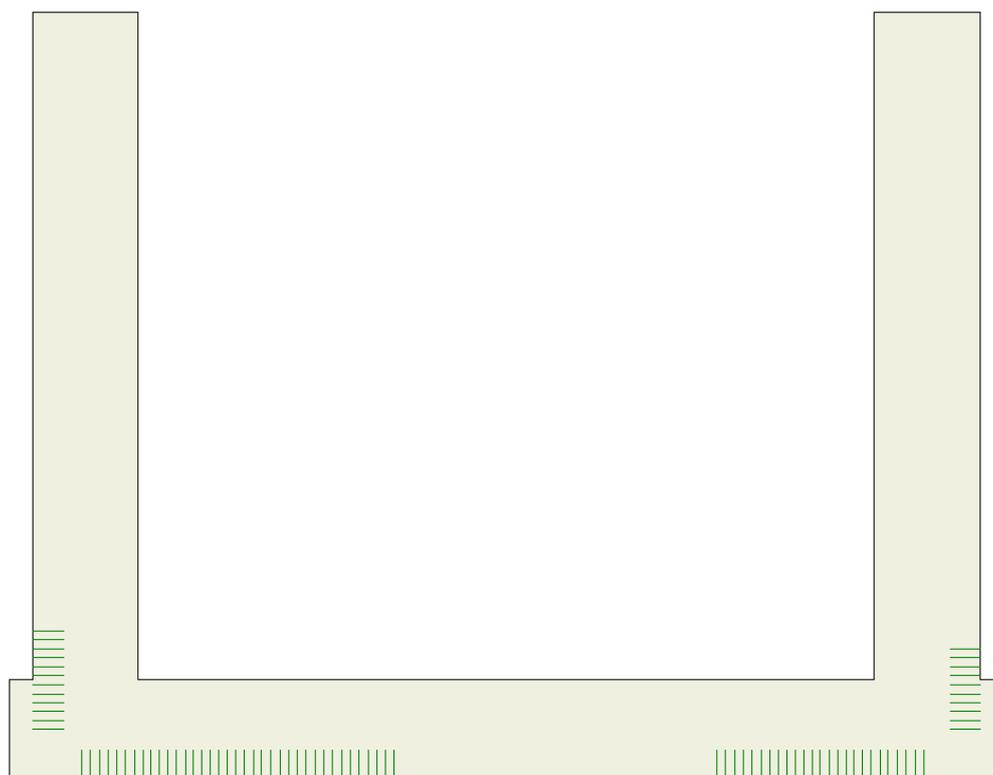
11.6.2 Verifiche SLE

Nel seguente paragrafo si riportano le verifiche allo stato limite di apertura delle fessure e le verifiche delle limitazioni tensionali per il calcestruzzo e per l'acciaio di armatura.

Si fa presente, che in misura cautelativa è stato assunto nel modello di calcolo anche per la soletta di fondazione, così come per la struttura in elevazione costituita dai piedritti e fondazione superiore, una classe di calcestruzzo C25/30 facendo comunque distinzione tra condizioni ordinarie e aggressive definite nei paragrafi precedenti.

VERIFICHE A FESSURAZIONE

L'ampiezza delle fessure è sempre al di sotto dei limiti sopra descritti, pertanto le verifiche si possono ritenere soddisfatte. Nella seguente figura vengono riportati lo schema con indicazione delle zone della struttura ove si innesca il processo di fessurazione. Per i relativi valori di ampiezza delle fessure ricavati per la combinazione frequente e quasi permanente riferirsi al tabulato in allegato:



Schema con indicazione delle zone fessurate

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 65 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

VERIFICHE TENSIONALI

Nella seguente tabella sono riportati i risultati delle verifiche allo SLE dei limiti tensionali di lavoro nel calcestruzzo e nelle barre di armatura.

Tali tensioni risultano sempre al di sotto dei limiti indicati dalla normativa, pertanto le verifiche si possono ritenere soddisfatte. Vengono riportate le verifiche più gravose.

σ_c : tensione nel calcestruzzo

σ_{fi}, σ_{fs} : tensione nell'acciaio d'armatura

Tensioni in kPa
Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 1.1000 m

X	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.45	0.005309	0.005309	2367	88377	44487
4.90	0.005309	0.005309	1194	33107	22879
9.35	0.005309	0.005309	2367	88377	44487

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.55	0.002655	0.005309	3725	68963	120969
4.33	0.002655	0.005309	524	9999	10609
8.10	0.002655	0.005309	0	0	0

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.55	0.002655	0.007964	3355	63310	82951
4.33	0.002655	0.005309	524	9999	10609
8.10	0.002655	0.005309	0	0	0

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 66 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

11.7 VERIFICHE GEOTECNICHE

Il terreno di fondazione deve essere in grado di sopportare il carico che gli viene trasmesso dalle strutture sovrastanti senza che si verifichi rottura e senza che i cedimenti della struttura siano eccessivi. La verifica di stabilità globale, si riconduce, per la particolarità geometrica del muro in esame, alla verifica a carico limite. Le verifiche di scorrimento e ribaltamento possono ritenersi soddisfatte in virtù della simmetria dello schema di carico.

Verifica a carico limite del terreno di fondazione

La verifica a carico limite è eseguita in automatico dal software di calcolo attraverso l'utilizzo di una formula trinomia. Come è noto in letteratura esistono diverse formule che si differenziano tra loro per l'introduzione di fattori correttivi per tener conto della profondità della fondazione, dell'eccentricità ed inclinazione del carico, ecc.

Nel caso in esame si sono utilizzate le espressioni dei coefficienti proposti da Brinch-Hansen. Cautelativamente le verifiche sono state eseguite in termini di tensioni efficaci e trascurando il contributo alla resistenza offerto dalla coesione. Si riportano qui di seguito i risultati ottenuti per ciascuna delle 12 Combinazioni relative allo SLU statico e Sismico

IC	N _c	N _q	N _γ	N' _c	N' _q	N' _γ	qu	Q _u	Q _y	FS
1	95.66	81.27	119.01	95.66	81.27	119.01	21822	213857.28	1668.73	128.16
2	52.03	35.93	38.01	52.03	35.93	38.01	8325	81587.8	1333.84	61.17
3	95.66	81.27	119.01	95.66	81.27	119.01	14009	137287.58	1148.96	119.49
4	95.66	81.27	119.01	95.66	81.27	119.01	15184	148800.62	1323.24	112.45
5	52.03	35.93	38.01	52.03	35.93	38.01	5812	56958.16	1323.24	43.04
6	52.03	35.93	38.01	52.03	35.93	38.01	5362	52551.18	1148.96	45.74

Tabella 3 - Verifiche Geotecniche

Simbologia adottata:

IC: Indice della combinazione

N_c, N_q, N_γ: Fattori di capacità portante

qu: Portanza ultima del terreno, espressa in [MPa]

QU: Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m

QY: Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m

FS: Fattore di sicurezza a carico limite

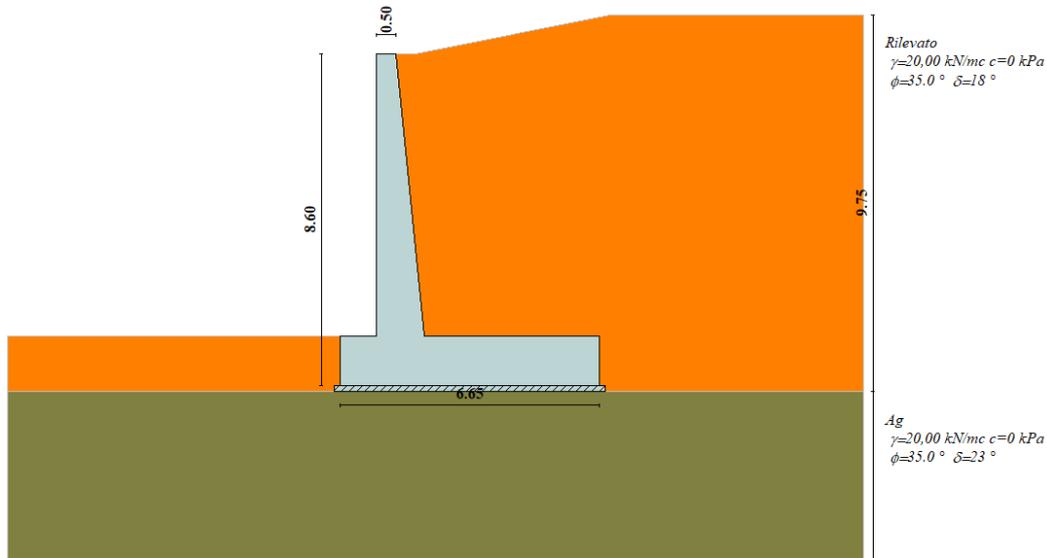
Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 67 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

12. ANALISI E VERIFICA MURI DI SOTTOSCARPA

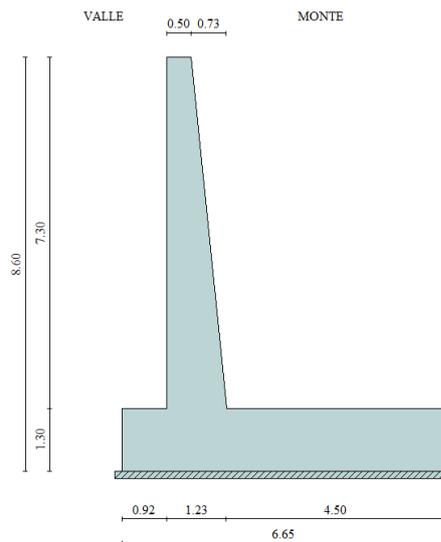
Di seguito si riportano i risultati delle analisi e delle verifiche dei muri di sostegno disposti in uscita dal sottovia in oggetto.

12.1 MODELLO DI CALCOLO

Di seguito si riporta la rappresentazione del modello di calcolo adottato e i risultati in termini di sollecitazioni sul paramento ed in fondazione.



Modello di calcolo muro su PALI



Geometria Muro

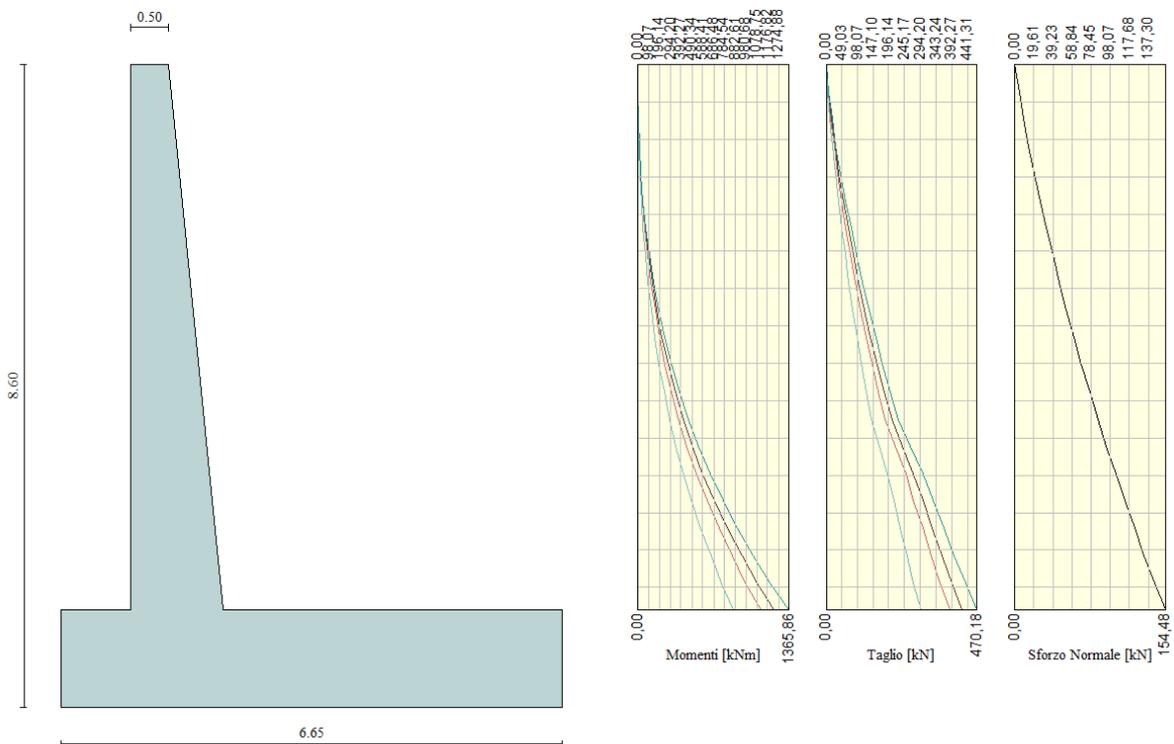
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 68 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Comb.	Tipo comb.	Sisma	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	462,7231	0,0000
2	A1-M1 - [2]	--	472,2762	0,0000
3	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV positivo	355,9408	188,4796
4	A1-M1 - [3]	SismaH + SismaV negativo	355,9408	133,0251
5	A1-M1 - [4]	SismaH + SismaV positivo	355,9408	188,4796
6	SLEQ - [1]	--	355,9408	0,0000
7	SLEF - [1]	--	360,7042	0,0000
8	SLER - [1]	--	362,3029	0,0000

Azioni risultanti sul muro

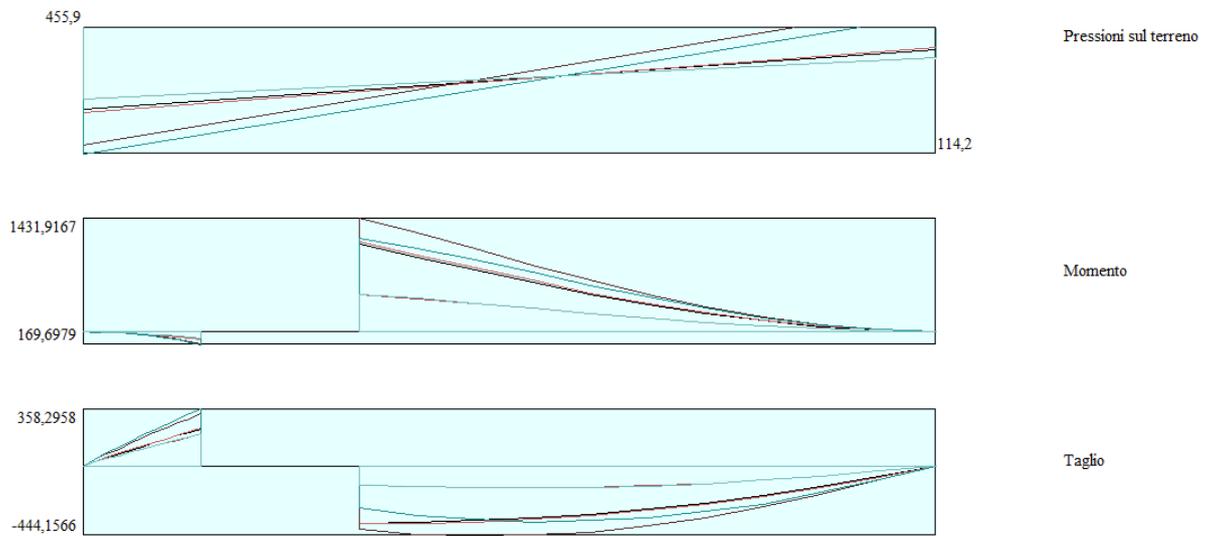


Inviluppo sollecitazioni sul muro

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 69 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------



Inviluppo sollecitazioni in fondazione

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 70 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

12.1.1 Verifiche

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

Elemento	Armatura a flessione		Elemento	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle		Lato inferiore	Lato superiore
PARAMENTO	1φ24/20+1φ24/40	1φ20/20	FONDAZIONE	1φ22/20	1φ22/10

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

Verifiche strutturali per paramento e fondazione

Di seguito si riporta l'inviluppo delle sollecitazioni nel paramento e nella fondazione ed i risultati delle verifiche strutturali.

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,36	4,6368	4,6368	1,1109	1,4168	6,3173	8,0726
3	0,73	9,5986	9,5986	5,1111	6,4490	15,2354	19,1965
4	1,09	14,8853	14,8853	12,7072	15,9299	25,2927	31,6882
5	1,46	20,4970	20,4970	24,2266	30,2561	36,2436	45,2651
6	1,82	26,4335	26,4335	40,0544	49,8905	48,3213	60,1955
7	2,19	32,6951	32,6951	60,6028	75,3275	61,4936	76,4424
8	2,55	39,2816	39,2816	86,2731	107,0485	75,7399	93,9822
9	2,92	46,1930	46,1930	117,4613	145,5293	91,0510	112,8042
10	3,29	53,4293	53,4293	154,5610	191,2426	107,4222	132,9030
11	3,65	60,9906	60,9906	197,9646	244,6599	124,8507	154,2754
12	4,01	68,8769	68,8769	248,0637	306,2516	143,3350	176,9196
13	4,38	77,0881	77,0881	305,2494	376,4878	162,8740	200,8344
14	4,75	85,6242	85,6242	369,9200	455,8464	183,7739	226,3724
15	5,11	94,4853	94,4853	444,0004	546,5641	215,0114	263,8725
16	5,47	103,6713	103,6713	530,5735	652,2111	248,1153	303,5782
17	5,84	113,1822	113,1822	627,8092	770,6991	273,7416	334,7274
18	6,21	123,0181	123,0181	734,6700	900,8524	300,1332	366,8137
19	6,57	133,1790	133,1790	851,5386	1043,1315	327,5767	400,1675
20	6,93	143,6647	143,6647	978,8025	1198,0020	356,0351	434,7461
21	7,30	154,4755	154,4755	1116,7919	1365,8638	385,1873	470,1794

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,36	4,6368	4,6368	0,8642	0,8642	4,8595	4,8595
3	0,73	9,5986	9,5986	3,9712	3,9712	11,7195	11,7195
4	1,09	14,8853	14,8853	9,8658	9,8658	19,4559	19,4559
5	1,46	20,4970	20,4970	18,8015	18,8015	27,8797	27,8797
6	1,82	26,4335	26,4335	31,0756	31,0756	37,1702	37,1702
7	2,19	32,6951	32,6951	47,0067	47,0067	47,3027	47,3027
8	2,55	39,2816	39,2816	66,9048	66,9048	58,2614	58,2614
9	2,92	46,1930	46,1930	91,0760	91,0760	70,0392	70,0392
10	3,29	53,4293	53,4293	119,8244	119,8244	82,6324	82,6324
11	3,65	60,9906	60,9906	153,4532	153,4532	96,0390	96,0390
12	4,01	68,8769	68,8769	192,2649	192,2649	110,2577	110,2577
13	4,38	77,0881	77,0881	236,5619	236,5619	125,2877	125,2877

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 71 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

14	4,75	85,6242	85,6242	286,6519	286,6519	141,3645	141,3645
15	5,11	94,4853	94,4853	344,0169	344,0169	165,3933	165,3933
16	5,47	103,6713	103,6713	411,0298	411,0298	190,8579	190,8579
17	5,84	113,1822	113,1822	486,2843	486,2843	210,5705	210,5705
18	6,21	123,0181	123,0181	568,9834	568,9834	230,8717	230,8717
19	6,57	133,1790	133,1790	659,4233	659,4233	251,9821	251,9821
20	6,93	143,6647	143,6647	757,9030	757,9030	273,8732	273,8733
21	7,30	154,4755	154,4755	864,6781	864,6783	296,2979	296,2990

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

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

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
5	1,46	1,00, 0,65	0,002262	0,001571	417,58	-616,40	20,37	245,30	--	--
6	1,82	1,00, 0,68	0,002262	0,001571	334,96	-632,19	12,67	253,13	--	--
7	2,19	1,00, 0,72	0,002262	0,001571	284,12	-654,59	8,69	260,85	--	--
8	2,55	1,00, 0,76	0,002262	0,001571	249,67	-680,39	6,36	268,48	--	--
9	2,92	1,00, 0,79	0,002262	0,001571	224,79	-708,18	4,87	276,03	--	--
10	3,29	1,00, 0,83	0,002262	0,001571	205,97	-737,23	3,85	283,50	--	--
11	3,65	1,00, 0,86	0,002262	0,001571	191,24	-767,13	3,14	290,91	--	--
12	4,01	1,00, 0,90	0,002262	0,001571	179,39	-797,64	2,60	298,26	--	--
13	4,38	1,00, 0,94	0,002262	0,001571	169,66	-828,57	2,20	305,56	--	--
14	4,75	1,00, 0,97	0,002262	0,001571	161,51	-859,85	1,89	312,81	--	--
15	5,11	1,00, 1,01	0,002262	0,001571	154,06	-891,16	1,63	320,03	--	--
16	5,47	1,00, 1,05	0,002262	0,001571	146,59	-922,21	1,41	327,21	--	--
17	5,84	1,00, 1,08	0,004524	0,001571	273,26	-1860,72	2,41	417,01	--	--
18	6,21	1,00, 1,12	0,004524	0,001571	262,75	-1924,13	2,14	425,61	--	--
20	6,93	1,00, 1,19	0,004524	0,001571	246,05	-2051,82	1,71	442,67	--	--
21	7,30	1,00, 1,23	0,004524	0,001571	239,31	-2116,00	1,55	451,15	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
5	1,46	1,00, 0,65	0,002262	0,001571	374	54	11006	-4517
6	1,82	1,00, 0,68	0,002262	0,001571	560	68	18130	-6741
7	2,19	1,00, 0,72	0,002262	0,001571	771	82	26850	-9305
8	2,55	1,00, 0,76	0,002262	0,001571	1007	96	37108	-12179
9	2,92	1,00, 0,79	0,002262	0,001571	1263	110	48855	-15337
10	3,29	1,00, 0,83	0,002262	0,001571	1539	123	62052	-18757
11	3,65	1,00, 0,86	0,002262	0,001571	1832	137	76663	-22422
12	4,01	1,00, 0,90	0,002262	0,001571	2141	151	92661	-26315
13	4,38	1,00, 0,94	0,002262	0,001571	2465	164	110022	-30423
14	4,75	1,00, 0,97	0,002262	0,001571	2803	178	128727	-34735
15	5,11	1,00, 1,01	0,002262	0,001571	3166	201	149336	-39369
16	5,47	1,00, 1,05	0,002262	0,001571	3567	223	172740	-44511
17	5,84	1,00, 1,08	0,004524	0,001571	3127	238	102478	-41181

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 72 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

18	6,21	1,00, 1,12	0,004524	0,001571	3460	252	116138	-45670
20	6,93	1,00, 1,19	0,004524	0,001571	4145	280	145418	-54967
21	7,30	1,00, 1,23	0,004524	0,001571	4497	293	161017	-59764

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Fondazione di valle

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
4	0,28	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	0,00	911,10	57,35	367,73	--	--
5	0,37	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	0,00	911,10	32,44	367,73	--	--
6	0,46	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	0,00	911,10	20,88	367,73	--	--
7	0,55	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	0,00	911,10	14,58	367,73	--	--
8	0,64	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	0,00	911,10	10,77	367,73	--	--
9	0,74	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	0,00	911,10	8,29	367,73	--	--
10	0,83	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	0,00	911,10	6,59	367,73	--	--
11	0,92	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	0,00	911,10	5,37	367,73	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
15	0,28	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	49	58	3777	-586
16	0,37	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	86	77	6693	-1038
17	0,46	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	134	96	10426	-1617
18	0,55	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	193	114	14967	-2321
19	0,64	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	261	133	20309	-3150
20	0,74	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	340	151	26444	-4102
21	0,83	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	429	169	33364	-5175
22	0,92	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	528	187	41061	-6369

Fondazione di monte

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
4	1,35	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	0,00	-1799,67	10,14	367,73	--	--
5	1,80	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	0,00	-1799,67	5,80	367,73	--	--
6	2,25	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	0,00	-1799,67	3,82	367,73	--	--
7	2,70	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	0,00	-1799,67	2,76	367,73	--	--
8	3,15	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	0,00	-1799,67	2,13	367,73	--	--
9	3,60	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	0,00	-1799,67	1,72	367,73	--	--
10	4,05	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	0,00	-1799,67	1,45	367,73	--	--
11	4,50	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	0,00	-1799,67	1,26	367,73	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
15	1,35	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	329	-87	-4292	15392
16	1,80	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	554	-106	-7223	25906
17	2,25	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	817	-120	-10650	38200
18	2,70	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	1106	-128	-14422	51727
19	3,15	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	1410	-132	-18385	65940
20	3,60	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	1717	-131	-22387	80294
21	4,05	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	2015	-125	-26275	94240
22	4,50	1,00, 1,30	0,003801	0,001901	2293	-113	-29897	107232

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 73 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

VERIFICHE A TAGLIO

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

Verifica a taglio (per metro lineare di sviluppo longitudinale)						
Sezione	V_{Ed}	b	h	V_{Rd}	ESITO	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
Paramento	470	100	120	714	verificato	Spilli $\Phi 12/40 \times 40$
Fondazione	444	100	130	446	verificato	Elemento non armato a taglio

VERIFICHE A FESSURAZIONE

Si riportano di seguito i risultati delle verifiche di fessurazione:

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

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]

M_{pf} Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ϵ_m deformazione media espressa in [%]

s_m Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ϵ_m	s_m	w
1	0,00	0,000000	0,000000	-58,83	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,36	0,000000	0,001571	-69,20	-0,86	0,0000	0,00	0,000
3	0,73	0,002262	0,001571	-90,77	-3,97	0,0000	0,00	0,000
4	1,09	0,002262	0,001571	-102,01	-9,87	0,0000	0,00	0,000
5	1,46	0,002262	0,001571	-113,88	-18,80	0,0000	0,00	0,000
6	1,82	0,002262	0,001571	-126,37	-31,08	0,0000	0,00	0,000
7	2,19	0,002262	0,001571	-139,49	-47,01	0,0000	0,00	0,000
8	2,55	0,002262	0,001571	-153,23	-66,90	0,0000	0,00	0,000
9	2,92	0,002262	0,001571	-167,60	-91,08	0,0000	0,00	0,000
10	3,29	0,002262	0,001571	-182,59	-119,82	0,0000	0,00	0,000
11	3,65	0,002262	0,001571	-198,21	-153,45	0,0000	0,00	0,000
12	4,01	0,002262	0,001571	-214,45	-192,26	0,0000	0,00	0,000
17	5,84	0,004524	0,001571	-330,00	-486,28	0,0365	97,64	0,061
18	6,21	0,004524	0,001571	-350,94	-568,98	0,0440	97,64	0,073
20	6,93	0,004524	0,001571	-394,69	-757,90	0,0597	97,64	0,099
21	7,30	0,004524	0,001571	-417,50	-864,68	0,0678	97,64	0,113

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ϵ_m	s_m	w
1	-1,42	0,000000	0,000000	-397,68	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-1,33	0,000000	0,000000	397,68	0,96	0,0000	0,00	0,000
3	-1,24	0,003801	0,001901	435,67	3,84	0,0000	0,00	0,000
4	-1,14	0,003801	0,001901	435,67	8,62	0,0000	0,00	0,000
5	-1,05	0,003801	0,001901	435,67	15,28	0,0000	0,00	0,000
6	-0,96	0,003801	0,001901	435,67	23,79	0,0000	0,00	0,000
7	-0,87	0,003801	0,001901	435,67	34,16	0,0000	0,00	0,000
8	-0,78	0,003801	0,001901	435,67	46,35	0,0000	0,00	0,000
9	-0,68	0,003801	0,001901	435,67	60,35	0,0000	0,00	0,000
10	-0,59	0,003801	0,001901	435,67	76,14	0,0000	0,00	0,000
11	-0,50	0,003801	0,001901	435,67	93,71	0,0000	0,00	0,000
12	0,73	0,003801	0,001901	-455,35	-475,55	0,0312	102,49	0,054
13	1,18	0,003801	0,001901	-455,35	-417,94	0,0000	0,00	0,000
14	1,63	0,003801	0,001901	-455,35	-356,09	0,0000	0,00	0,000
15	2,08	0,003801	0,001901	-455,35	-292,43	0,0000	0,00	0,000



QUADRILATERO

Marche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 74 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

16	2,53	0,003801	0,001901	-455,35	-229,40	0,0000	0,00	0,000
17	2,98	0,003801	0,001901	-455,35	-169,41	0,0000	0,00	0,000
18	3,43	0,003801	0,001901	-455,35	-114,89	0,0000	0,00	0,000
19	3,88	0,003801	0,001901	-455,35	-68,26	0,0000	0,00	0,000
20	4,33	0,003801	0,001901	-455,35	-31,96	0,0000	0,00	0,000
21	4,78	0,003801	0,001901	-455,35	-8,39	0,0000	0,00	0,000
22	5,23	0,000000	0,000000	-397,68	0,00	0,0000	0,00	0,000

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 75 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

ALLEGATO 1

TABULATI DI CALCOLO VIADOTTO SCATOLARE

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 76 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice		
Altezza esterna	8.00	[m]	
Larghezza esterna	9.80	[m]	
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.50	[m]	
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.50	[m]	
Spessore piedritto sinistro	0.90	[m]	
Spessore piedritto destro	0.90	[m]	
Spessore fondazione	0.90	[m]	
Spessore trasverso	0.90	[m]	

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	2.90	[m]
Peso di volume	18.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	35.00	[°]
Coesione	0	[kPa]

Strato di rinfiacco

Descrizione	Terreno di rinfiacco	
Peso di volume	18.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	35.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	23.33	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	180	[kPa/cm]

Strato di base

Descrizione	Terreno di base Ag	
Peso di volume	19.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	40.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	26.70	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	200	[kPa/cm]
Tensione limite	1000	[kPa]

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

R _{ck} calcestruzzo	30000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	30976850	[kPa]
Tensione di snervamento acciaio	450000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione cls tesoro/compresso (n')	0.50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15.00	
Coefficiente dilatazione termica	0.0000120	

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 77 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura
 Carichi verticali positivi se diretti verso il basso
 Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra
 Coppie concentrate positive se antiorarie
 Ascisse X (esprese in m) positive verso destra
 Ordinate Y (esprese in m) positive verso l'alto
 Carichi concentrati espressi in kN
 Coppie concentrate espressi in kNm
 Carichi distribuiti espressi in kN/m

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

X ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
 Y ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
 F_y componente Y del carico concentrato
 F_x componente X del carico concentrato
 M momento

Forze distribuite

X_i, X_f ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
 Y_i, Y_f ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali
 V_{ni} componente normale del carico distribuito nel punto iniziale
 V_{nf} componente normale del carico distribuito nel punto finale
 V_{ti} componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
 V_{tf} componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
 D_{te} variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
 D_{ti} variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n° 7 (S-C-D-Fs)

Distr	Traverso	$X_i = 0.50$	$X_f = 10.30$	$V_{ni} = 0.00$	$V_{nf} = 0.00$	$V_{ti} = 2.00$	$V_{tf} = 2.00$
Distr	Terreno	$X_i = -8.20$	$X_f = 21.90$	$V_{ni} = 9.00$	$V_{nf} = 9.00$		
Distr	Traverso	$X_i = 0.80$	$X_f = 9.80$	$V_{ni} = 15.00$	$V_{nf} = 15.00$	$V_{ti} = 0.00$	$V_{tf} = 0.00$

Condizione di carico n° 8 (S)

Distr	Terreno	$X_i = -8.00$	$X_f = 0.50$	$V_{ni} = 9.00$	$V_{nf} = 9.00$
Distr	Terreno	$X_i = -1.10$	$X_f = 0.50$	$V_{ni} = 15.00$	$V_{nf} = 15.00$

Condizione di carico n° 9 (TERMICO)

Term	Traverso	$D_{te} = -2.50$	$D_{ti} = 2.50$
------	----------	------------------	-----------------

Condizione di carico n° 10 (RITIRO)

Term	Traverso	$D_{te} = -10.00$	$D_{ti} = -10.00$
------	----------	-------------------	-------------------

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_c	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 78 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 * k * (100.0 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 * \sigma_{cp}] * b_w * d > (v_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * b_w * d$$

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

$$V_{Rcd} = 0.9 * d * b_w * \alpha_c * f_{cd}' * (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg} \theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b _w	larghezza minima sezione [mm]
σ _{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ _l	rapporto geometrico di armatura
A _{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α _c	coefficiente maggiorativo, funzione di f _{cd} e σ _{cp}

$$f_{cd}' = 0.5 * f_{cd}$$

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

$$v_{min} = 0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$$

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente moderatamente aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare)

0.60 f_{ck}

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.)

0.45 f_{ck}

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare)

0.80 f_{yk}

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure w₁=0.20 w₂=0.30 w₃=0.40

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 1

Copriferro sezioni 4.00 [cm]

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 79 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2008

Simbologia adottata

γ_{G1sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{G1fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{G2sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_{G2fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_Q	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.30	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.35	1.15
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1.20	1.20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 80 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Parametri

Tangente dell'angolo di attrito		$\gamma_{tan\phi}$	M1	M2
Coesione efficace		γ_c	1.00	1.25
Resistenza non drenata		γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale		γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume		γ_γ	1.00	1.00

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
S-C-D-Fs	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
TERMICO	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
S-C-D-Fs	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
S-C-D-Fs	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
TERMICO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 6 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
S-C-D-Fs	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86
TERMICO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 81 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Combinazione n° 7 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
S-C-D-Fs	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
TERMICO	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 8 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
S-C-D-Fs	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
S	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
TERMICO	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 10 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
S	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
S	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
TERMICO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 12 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
S	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86
TERMICO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 82 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Combinazione n° 13 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
S	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
TERMICO	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 14 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
S	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

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

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
--	----------------	----------------------------	--------------------------	----------

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 83 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 22 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 23 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

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

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 25 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

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

	Effetto	γ	Ψ	C
--	---------	----------	--------	---

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 84 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 27 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 28 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 29 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 30 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 31 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 32 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
S-C-D-Fs	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 33 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 85 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 34 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 35 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
S-C-D-Fs	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 36 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
S-C-D-Fs	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 37 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
S-C-D-Fs	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 38 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
S	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 39 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
S	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 86 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
--------	-------------	------	------	------

Combinazione n° 40 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
S	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 41 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
S	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 42 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 43 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 44 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 45 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 87 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Combinazione n° 46 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 47 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 48 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 49 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 50 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 51 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 52 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 88 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 53 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICO	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 89 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X	ascisse (espresse in m) positive verso destra
Y	ordinate (espresse in m) positive verso l'alto
M	momento espresso in kNm
V	taglio espresso in kN
SN	sforzo normale espresso in kN
ux	spostamento direzione X espresso in cm
uy	spostamento direzione Y espresso in cm
σ	pressione sul terreno espressa in kPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

Metodo di calcolo della portanza

Spinta sui piedritti

Teoria di Terzaghi

Meyerhof

- a Riposo [combinazione 1]
- a Riposo [combinazione 2]
- a Riposo [combinazione 3]
- a Riposo [combinazione 4]
- a Riposo [combinazione 5]
- a Riposo [combinazione 6]
- a Riposo [combinazione 7]
- a Riposo [combinazione 8]
- a Riposo [combinazione 9]
- a Riposo [combinazione 10]
- a Riposo [combinazione 11]
- a Riposo [combinazione 12]
- a Riposo [combinazione 13]
- a Riposo [combinazione 14]
- a Riposo [combinazione 15]
- a Riposo [combinazione 16]
- a Riposo [combinazione 17]
- a Riposo [combinazione 18]
- a Riposo [combinazione 19]
- a Riposo [combinazione 20]
- a Riposo [combinazione 21]
- a Riposo [combinazione 22]
- a Riposo [combinazione 23]
- a Riposo [combinazione 24]
- a Riposo [combinazione 25]
- a Riposo [combinazione 26]
- a Riposo [combinazione 27]
- a Riposo [combinazione 28]
- a Riposo [combinazione 29]
- a Riposo [combinazione 30]
- a Riposo [combinazione 31]
- a Riposo [combinazione 32]
- a Riposo [combinazione 33]
- a Riposo [combinazione 34]
- a Riposo [combinazione 35]
- a Riposo [combinazione 36]
- a Riposo [combinazione 37]
- a Riposo [combinazione 38]
- a Riposo [combinazione 39]
- a Riposo [combinazione 40]
- a Riposo [combinazione 41]
- a Riposo [combinazione 42]
- a Riposo [combinazione 43]

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 90 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

a Riposo [combinazione 44]
 a Riposo [combinazione 45]
 a Riposo [combinazione 46]
 a Riposo [combinazione 47]
 a Riposo [combinazione 48]
 a Riposo [combinazione 49]
 a Riposo [combinazione 50]
 a Riposo [combinazione 51]
 a Riposo [combinazione 52]
 a Riposo [combinazione 53]

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine 43.255000
 Longitudine 13.011574
 Comune Matelica
 Provincia Macerata
 Regione Marche
 Punti di interpolazione del reticolo 22526 - 22527 - 22305 - 22304

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria
 Vita nominale 50 anni
 Classe d'uso III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose
 Vita di riferimento 75 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g =$ 2.02 [m/s²]
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.39
 Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
 Coefficiente riduzione (β_m) 0.31
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S_s) = 8.87$
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v = 0.50 * k_h = 4.44$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g =$ 0.88 [m/s²]
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.50
 Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
 Coefficiente riduzione (β_m) 0.18
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S_s) = 2.43$
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v = 0.50 * k_h = 1.21$
 Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Spinta sismica Wood

Angolo diffusione sovraccarico 35.00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.426	0.000
2	0.511	0.000
3	0.426	0.000
4	0.511	0.000
5	0.426	0.000
6	0.511	0.000

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

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	17	OM7400		01	B	91 di 208

7	0.426	0.000
8	0.511	0.000
9	0.426	0.000
10	0.511	0.000
11	0.426	0.000
12	0.511	0.000
13	0.426	0.000
14	0.511	0.000
15	0.426	0.448
16	0.426	0.448
17	0.511	0.521
18	0.511	0.521
19	0.426	0.448
20	0.426	0.448
21	0.511	0.521
22	0.511	0.521
23	0.426	0.448
24	0.426	0.448
25	0.511	0.521
26	0.511	0.521
27	0.426	0.448
28	0.426	0.448
29	0.511	0.521
30	0.511	0.521
31	0.426	0.000
32	0.426	0.000
33	0.426	0.000
34	0.426	0.000
35	0.426	0.000
36	0.426	0.000
37	0.426	0.000
38	0.426	0.000
39	0.426	0.000
40	0.426	0.000
41	0.426	0.000
42	0.426	0.319
43	0.426	0.319
44	0.426	0.319
45	0.426	0.319
46	0.426	0.319
47	0.426	0.319
48	0.426	0.319
49	0.426	0.319
50	0.426	0.319
51	0.426	0.319
52	0.426	0.319
53	0.426	0.319

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	114
Numero elementi trasverso	49
Numero elementi piedritto sinistro	72
Numero elementi piedritto destro	72
Numero molle fondazione	115
Numero molle piedritto sinistro	73
Numero molle piedritto destro	73

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 92 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0607963 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0607963

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0259250 [MPa]	Pressione inf. 0.1057515 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0259250 [MPa]	Pressione inf. 0.1057515 [MPa]

Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0480176 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0480176

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0245507 [MPa]	Pressione inf. 0.0981760 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0245507 [MPa]	Pressione inf. 0.0981760 [MPa]

Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0607963 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.23	0.0607963
-10.23	23.93	0.0715019
23.93	33.93	0.0607963

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0304901 [MPa]	Pressione inf. 0.1103166 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0304901 [MPa]	Pressione inf. 0.1103166 [MPa]

Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0480176 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 93 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.23	0.0480176
-10.23	23.93	0.0571371
23.93	33.93	0.0480176

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0292134 [MPa]	Pressione inf. 0.1028387 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0292134 [MPa]	Pressione inf. 0.1028387 [MPa]

Analisi della combinazione n° 5

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0607963 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.23	0.0607963
-10.23	23.93	0.0688255
23.93	33.93	0.0607963

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0293488 [MPa]	Pressione inf. 0.1091753 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0293488 [MPa]	Pressione inf. 0.1091753 [MPa]

Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0480176 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.23	0.0480176
-10.23	23.93	0.0548572
23.93	33.93	0.0480176

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0280477 [MPa]	Pressione inf. 0.1016730 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0280477 [MPa]	Pressione inf. 0.1016730 [MPa]

Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0607963 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.23	0.0607963
-10.23	23.93	0.0688255
23.93	33.93	0.0607963

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 94 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0293488 [MPa] Pressione inf. 0.1091753 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0293488 [MPa] Pressione inf. 0.1091753 [MPa]

Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0480176 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.23	0.0480176
-10.23	23.93	0.0548572
23.93	33.93	0.0480176

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0280477 [MPa] Pressione inf. 0.1016730 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0280477 [MPa] Pressione inf. 0.1016730 [MPa]

Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0607963 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.03	0.0607963
-10.03	-3.13	0.0690180
-3.13	2.53	0.0747412
2.53	33.93	0.0607963

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0318282 [MPa] Pressione inf. 0.1116547 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0259250 [MPa] Pressione inf. 0.1057515 [MPa]

Analisi della combinazione n° 10

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0480176 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.03	0.0480176
-10.03	-3.13	0.0550213
-3.13	2.53	0.0598966
2.53	33.93	0.0480176

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 95 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0305802 [MPa] Pressione inf. 0.1042054 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0245507 [MPa] Pressione inf. 0.0981760 [MPa]

Analisi della combinazione n° 11

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0607963 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.03	0.0607963
-10.03	-3.13	0.0669626
-3.13	2.53	0.0712550
2.53	33.93	0.0607963

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0303524 [MPa] Pressione inf. 0.1101789 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0259250 [MPa] Pressione inf. 0.1057515 [MPa]

Analisi della combinazione n° 12

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0480176 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.03	0.0480176
-10.03	-3.13	0.0532703
-3.13	2.53	0.0569268
2.53	33.93	0.0480176

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0290728 [MPa] Pressione inf. 0.1026980 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0245507 [MPa] Pressione inf. 0.0981760 [MPa]

Analisi della combinazione n° 13

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0607963 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.03	0.0607963
-10.03	-3.13	0.0669626
-3.13	2.53	0.0712550
2.53	33.93	0.0607963

Spinte sui piedritti

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 96 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0303524 [MPa] Pressione inf. 0.1101789 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0259250 [MPa] Pressione inf. 0.1057515 [MPa]

Analisi della combinazione n° 14

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0480176 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.03	0.0480176
-10.03	-3.13	0.0532703
-3.13	2.53	0.0569268
2.53	33.93	0.0480176

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0290728 [MPa] Pressione inf. 0.1026980 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0245507 [MPa] Pressione inf. 0.0981760 [MPa]

Analisi della combinazione n° 15

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0210771 [MPa] Pressione inf. 0.0210771 [MPa]

Analisi della combinazione n° 16

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 97 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
Piedritto destro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0210771 [MPa] Pressione inf. 0.0210771 [MPa]

Analisi della combinazione n° 17

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0480176 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0480176

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0245507 [MPa] Pressione inf. 0.0981760 [MPa]
Piedritto destro Pressione sup. 0.0245507 [MPa] Pressione inf. 0.0981760 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0212992 [MPa] Pressione inf. 0.0212992 [MPa]

Analisi della combinazione n° 18

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0480176 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0480176

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0245507 [MPa] Pressione inf. 0.0981760 [MPa]
Piedritto destro Pressione sup. 0.0245507 [MPa] Pressione inf. 0.0981760 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0212992 [MPa] Pressione inf. 0.0212992 [MPa]

Analisi della combinazione n° 19

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 98 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 0.0210771 [MPa]	Pressione inf. 0.0210771 [MPa]
------------------	--------------------------------	--------------------------------

Analisi della combinazione n° 20

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 0.0210771 [MPa]	Pressione inf. 0.0210771 [MPa]
------------------	--------------------------------	--------------------------------

Analisi della combinazione n° 21

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0480176 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0480176

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0245507 [MPa]	Pressione inf. 0.0981760 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0245507 [MPa]	Pressione inf. 0.0981760 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 0.0212992 [MPa]	Pressione inf. 0.0212992 [MPa]
------------------	--------------------------------	--------------------------------

Analisi della combinazione n° 22

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 99 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	------------------------------

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0480176 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0480176

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0245507 [MPa] Pressione inf. 0.0981760 [MPa]
Piedritto destro Pressione sup. 0.0245507 [MPa] Pressione inf. 0.0981760 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro Pressione sup. 0.0212992 [MPa] Pressione inf. 0.0212992 [MPa]

Analisi della combinazione n° 23

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
Piedritto destro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro Pressione sup. 0.0210771 [MPa] Pressione inf. 0.0210771 [MPa]

Analisi della combinazione n° 24

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
Piedritto destro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro Pressione sup. 0.0210771 [MPa] Pressione inf. 0.0210771 [MPa]

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 100 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Analisi della combinazione n° 25

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0480176 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0480176

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0245507 [MPa] Pressione inf. 0.0981760 [MPa]
Piedritto destro Pressione sup. 0.0245507 [MPa] Pressione inf. 0.0981760 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro Pressione sup. 0.0212992 [MPa] Pressione inf. 0.0212992 [MPa]

Analisi della combinazione n° 26

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0480176 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0480176

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0245507 [MPa] Pressione inf. 0.0981760 [MPa]
Piedritto destro Pressione sup. 0.0245507 [MPa] Pressione inf. 0.0981760 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro Pressione sup. 0.0212992 [MPa] Pressione inf. 0.0212992 [MPa]

Analisi della combinazione n° 27

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 101 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
Piedritto destro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0210771 [MPa] Pressione inf. 0.0210771 [MPa]

Analisi della combinazione n° 28

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
Piedritto destro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0210771 [MPa] Pressione inf. 0.0210771 [MPa]

Analisi della combinazione n° 29

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0480176 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0480176

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0245507 [MPa] Pressione inf. 0.0981760 [MPa]
Piedritto destro Pressione sup. 0.0245507 [MPa] Pressione inf. 0.0981760 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0212992 [MPa] Pressione inf. 0.0212992 [MPa]

Analisi della combinazione n° 30

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0480176 [MPa]

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 102 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0480176

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0245507 [MPa]	Pressione inf. 0.0981760 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0245507 [MPa]	Pressione inf. 0.0981760 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0212992 [MPa]	Pressione inf. 0.0212992 [MPa]
--------------------	--------------------------------	--------------------------------

Analisi della combinazione n° 31

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Analisi della combinazione n° 32

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.23	0.0467664
-10.23	23.93	0.0527139
23.93	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0224785 [MPa]	Pressione inf. 0.0838834 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0224785 [MPa]	Pressione inf. 0.0838834 [MPa]

Analisi della combinazione n° 33

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 103 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Analisi della combinazione n° 34

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Analisi della combinazione n° 35

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.23	0.0467664
-10.23	23.93	0.0546964
23.93	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0233238 [MPa]	Pressione inf. 0.0847288 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0233238 [MPa]	Pressione inf. 0.0847288 [MPa]

Analisi della combinazione n° 36

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.23	0.0467664
-10.23	23.93	0.0527139
23.93	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 104 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0224785 [MPa] Pressione inf. 0.0838834 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0224785 [MPa] Pressione inf. 0.0838834 [MPa]

Analisi della combinazione n° 37

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.23	0.0467664
-10.23	23.93	0.0527139
23.93	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0224785 [MPa] Pressione inf. 0.0838834 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0224785 [MPa] Pressione inf. 0.0838834 [MPa]

Analisi della combinazione n° 38

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.03	0.0467664
-10.03	-3.13	0.0513340
-3.13	2.53	0.0545136
2.53	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0232219 [MPa] Pressione inf. 0.0846269 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Analisi della combinazione n° 39

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.03	0.0467664
-10.03	-3.13	0.0528566
-3.13	2.53	0.0570959
2.53	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0243151 [MPa] Pressione inf. 0.0857200 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 105 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Analisi della combinazione n° 40

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.03	0.0467664
-10.03	-3.13	0.0513340
-3.13	2.53	0.0545136
2.53	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0232219 [MPa] Pressione inf. 0.0846269 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Analisi della combinazione n° 41

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	-10.03	0.0467664
-10.03	-3.13	0.0513340
-3.13	2.53	0.0545136
2.53	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0232219 [MPa] Pressione inf. 0.0846269 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Analisi della combinazione n° 42

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0057606 [MPa] Pressione inf. 0.0057606 [MPa]

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 106 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Analisi della combinazione n° 43

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
Piedritto destro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0057606 [MPa] Pressione inf. 0.0057606 [MPa]

Analisi della combinazione n° 44

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
Piedritto destro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro Pressione sup. 0.0057606 [MPa] Pressione inf. 0.0057606 [MPa]

Analisi della combinazione n° 45

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 107 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro Pressione sup. 0.0057606 [MPa] Pressione inf. 0.0057606 [MPa]

Analisi della combinazione n° 46

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0057606 [MPa] Pressione inf. 0.0057606 [MPa]

Analisi della combinazione n° 47

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 0.0199423 [MPa] Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0057606 [MPa] Pressione inf. 0.0057606 [MPa]

Analisi della combinazione n° 48

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 108 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 0.0057606 [MPa]	Pressione inf. 0.0057606 [MPa]
------------------	--------------------------------	--------------------------------

Analisi della combinazione n° 49

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 0.0057606 [MPa]	Pressione inf. 0.0057606 [MPa]
------------------	--------------------------------	--------------------------------

Analisi della combinazione n° 50

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0057606 [MPa]	Pressione inf. 0.0057606 [MPa]
--------------------	--------------------------------	--------------------------------

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 109 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Analisi della combinazione n° 51

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0057606 [MPa]	Pressione inf. 0.0057606 [MPa]
--------------------	--------------------------------	--------------------------------

Analisi della combinazione n° 52

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 0.0057606 [MPa]	Pressione inf. 0.0057606 [MPa]
------------------	--------------------------------	--------------------------------

Analisi della combinazione n° 53

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0467664 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-20.23	33.93	0.0467664

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0199423 [MPa]	Pressione inf. 0.0813473 [MPa]



QUADRILATERO

Marche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 110 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro Pressione sup. 0.0057606 [MPa] Pressione inf. 0.0057606 [MPa]

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 111 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	7.8900	-0.4610
5.40	578.2146	6.8164	321.4607
10.80	0.0000	-7.8900	-0.4610

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-432.8445	398.1913	185.7424
5.40	453.1312	0.0000	185.7424
9.85	-432.8445	-398.1913	185.7424

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-616.9443	321.9217	601.8542
4.00	-66.2948	4.3169	500.0228
7.55	-432.8445	-185.7424	398.1913

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-616.9443	-321.9217	601.8542
4.00	-66.2948	-4.3169	500.0228
7.55	-432.8445	185.7424	398.1913

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.0643	-0.4134
5.40	436.0729	5.3269	288.2475
10.80	0.0000	-6.0643	-0.4134

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-354.0027	311.8688	170.2634
5.40	339.9052	0.0000	170.2634
9.85	-354.0027	-311.8688	170.2634

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-498.9389	288.6609	468.5325
4.00	-14.8189	0.7189	390.2006
7.55	-354.0027	-170.2634	311.8688

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-498.9389	-288.6609	468.5325
4.00	-14.8189	-0.7189	390.2006

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 112 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -354.0027 170.2634 311.8688

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	9.0987	-0.2286
5.40	697.9429	4.1859	332.2239
10.80	0.0000	-9.3889	-0.7243

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-567.8607	530.6398	193.9484
5.40	601.0116	-5.3039	205.9634
9.85	-615.0397	-540.2350	217.9784

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-731.6300	332.4525	734.3026
4.00	-176.7301	-2.2970	632.4712
7.55	-567.8607	-193.9484	530.6398

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-711.5773	-332.9482	743.8978
4.00	-160.9866	9.1542	642.0664
7.55	-615.0397	217.9784	540.2350

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	7.0777	-0.2342
5.40	537.0327	2.7369	300.2910
10.80	0.0000	-7.3479	-0.6272

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-468.9294	424.3945	181.1756
5.40	464.6266	-4.8188	191.4106
9.85	-511.7950	-433.1696	201.6456

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-599.1738	300.5252	581.0582
4.00	-104.8790	-3.8768	502.7264
7.55	-468.9294	-181.1756	424.3945

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-579.9105	-300.9182	589.8333
4.00	-90.8294	10.9033	511.5014

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 113 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -511.7950 201.6456 433.1696

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	8.8051	-0.2735
5.40	669.9290	4.8372	322.2547
10.80	0.0000	-9.0232	-0.6508

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-581.5609	497.5163	197.1416
5.40	516.5370	-3.9892	206.1528
9.85	-617.0457	-504.7354	215.1641

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-700.2576	322.5282	701.1792
4.00	-172.9896	-8.3365	599.3478
7.55	-581.5609	-197.1416	497.5163

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-685.2283	-322.9055	708.3982
4.00	-161.1173	13.4443	606.5668
7.55	-617.0457	215.1641	504.7354

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.8315	-0.2649
5.40	513.3947	3.3817	291.2043
10.80	0.0000	-7.0345	-0.5703

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-479.7417	396.2508	182.9745
5.40	393.8475	-3.6264	190.6508
9.85	-512.0005	-402.8567	198.3270

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-571.8467	291.4692	552.9145
4.00	-102.3102	-9.1719	474.5826
7.55	-479.7417	-182.9745	396.2508

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-557.4329	-291.7746	559.5204
4.00	-91.6625	14.3655	481.1885

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 114 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -512.0005 198.3270 402.8567

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	8.7795	-0.2830
5.40	665.2180	4.7317	327.3376
10.80	0.0000	-9.0055	-0.6559

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-539.3546	497.4077	188.6371
5.40	558.2597	-4.0979	197.6483
9.85	-575.8068	-504.8440	206.6596

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-707.2376	327.6206	701.0705
4.00	-159.7007	-1.3856	599.2391
7.55	-539.3546	-188.6371	497.4077

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-691.4902	-327.9935	708.5069
4.00	-147.5437	6.8514	606.6755
7.55	-575.8068	206.6596	504.8440

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.8081	-0.2807
5.40	509.4051	3.2329	295.5158
10.80	0.0000	-7.0213	-0.5669

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-444.5168	396.1225	176.1142
5.40	428.5017	-3.7546	183.7904
9.85	-477.9169	-402.9849	191.4667

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-577.9548	295.7965	552.7862
4.00	-91.0165	-3.1400	474.4544
7.55	-444.5168	-176.1142	396.1225

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-562.5390	-296.0827	559.6486
4.00	-80.1438	8.9105	481.3168

7.55 -477.9169 191.4667 402.9849

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	8.0930	-2.7521
5.40	576.0790	6.1163	325.4758
10.80	0.0000	-7.8316	1.8185

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-453.6304	415.6476	184.0997
5.40	429.3612	-4.5851	184.0997
9.85	-477.0181	-402.7764	184.0997

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-664.1208	328.2278	619.3105
4.00	-103.3742	7.7365	517.4791
7.55	-453.6304	-184.0997	415.6476

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-635.4102	-323.6573	606.4392
4.00	-98.4867	2.7561	504.6078
7.55	-477.0181	184.0997	402.7764

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.1857	-3.3915
5.40	431.0935	3.4726	299.2904
10.80	0.0000	-6.0371	2.5331

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-371.8042	325.9480	175.8159
5.40	316.0420	-4.6967	175.8159
9.85	-398.7665	-316.5655	175.8159

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-547.7449	302.6820	482.6117
4.00	-35.1077	5.4417	404.2799
7.55	-371.8042	-175.8159	325.9480

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-514.9333	-296.7574	473.2292
4.00	-31.8719	6.4575	394.8974

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 116 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -398.7665 175.8159 316.5655

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	8.0565	-2.1097
5.40	578.6944	6.4341	316.7801
10.80	0.0000	-7.8510	1.2011

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-496.2467	411.4042	189.4486
5.40	388.0276	-3.3182	189.4486
9.85	-512.7139	-401.5095	189.4486

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-648.9363	318.8898	615.0670
4.00	-118.3371	-1.4028	513.2356
7.55	-496.2467	-189.4486	411.4042

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-628.3333	-315.5790	605.1723
4.00	-114.9031	8.4594	503.3409
7.55	-512.7139	189.4486	401.5095

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.1741	-2.2532
5.40	435.0249	4.1859	287.8463
10.80	0.0000	-6.0498	1.4276

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-406.2567	322.5146	177.6960
5.40	283.4897	-3.4361	177.6960
9.85	-425.7089	-315.3049	177.6960

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 12)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-530.8555	290.0996	479.1784
4.00	-53.3876	-1.7896	400.8465
7.55	-406.2567	-177.6960	322.5146

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 12)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-508.0709	-286.4187	471.9686
4.00	-50.2353	10.6439	393.6367

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 117 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -425.7089 177.6960 315.3049

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	8.0296	-2.1362
5.40	573.8991	6.2913	322.0025
10.80	0.0000	-7.8339	1.2126

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-454.1233	411.2801	181.2713
5.40	429.5990	-3.4422	181.2713
9.85	-471.6947	-401.6336	181.2713

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 13)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-656.1660	324.1387	614.9430
4.00	-104.7477	5.8035	513.1115
7.55	-454.1233	-181.2713	411.2801

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 13)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-634.5827	-320.7899	605.2964
4.00	-101.0900	1.8756	503.4650
7.55	-471.6947	181.2713	401.6336

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.1441	-2.4753
5.40	430.3987	3.8833	293.5782
10.80	0.0000	-6.0373	1.6333

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-371.5522	322.3497	171.7420
5.40	317.4603	-3.6010	171.7420
9.85	-392.4722	-315.4698	171.7420

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 14)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-538.4242	296.0535	479.0135
4.00	-39.8197	4.1644	400.6816
7.55	-371.5522	-171.7420	322.3497

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 14)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-513.5061	-291.9450	472.1335
4.00	-37.1535	5.3861	393.8016

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 118 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -392.4722 171.7420 315.4698

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	5.5949	-13.0115
5.40	391.9258	1.4178	315.9492
10.80	0.0000	-5.8497	12.1053

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-364.5906	298.4895	204.7463
5.40	291.8608	-3.4552	213.4589
9.85	-395.3417	-305.3999	222.1716

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 15)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-539.1351	318.3880	448.2027
4.00	12.4188	8.4548	373.3461
7.55	-364.5906	-204.7463	298.4895

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 15)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-515.8884	-314.4166	455.1131
4.00	16.2852	1.6134	380.2565
7.55	-395.3417	211.7264	305.3999

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	5.8991	-12.8596
5.40	412.5124	1.7365	317.1500
10.80	0.0000	-6.1526	11.9499

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-370.6467	307.1678	203.6974
5.40	305.0372	-3.4896	212.4100
9.85	-401.7042	-314.1470	221.1227

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 16)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-552.6386	319.4369	470.7820
4.00	2.6390	9.5038	388.9749
7.55	-370.6467	-203.6974	307.1678

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 16)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-529.8984	-315.7727	477.7612
4.00	7.0832	0.5842	395.9541

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 119 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -401.7042 210.8402 314.1470

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 17)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	5.8820	-13.5078
5.40	401.8480	1.5906	362.3583
10.80	0.0000	-6.1418	12.4685

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 17)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-394.4856	312.8369	235.5205
5.40	294.0379	-3.3882	244.2332
9.85	-424.6402	-319.6132	252.9458

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 17)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-580.7459	365.2935	476.4512
4.00	45.6067	6.8951	394.6441
7.55	-394.4856	-235.5205	312.8369

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 17)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-556.0242	-360.4625	483.2275
4.00	47.9744	3.2189	401.4204
7.55	-424.6402	242.0670	319.6132

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 18)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	5.5778	-13.6597
5.40	381.2614	1.2719	361.1575
10.80	0.0000	-5.8390	12.6238

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 18)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-388.4296	304.1587	236.5694
5.40	280.8616	-3.3537	245.2821
9.85	-418.2777	-310.8662	253.9947

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 18)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-567.2424	364.2446	453.8719
4.00	55.3865	5.8462	379.0153
7.55	-388.4296	-236.5694	304.1587

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 18)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-542.0142	-359.1063	460.5793
4.00	57.1764	4.2482	385.7228

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 120 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -418.2777 242.9532 310.8662

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 19)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	5.8326	11.0939
5.40	406.6274	6.2917	313.8882
10.80	0.0000	-5.7468	-11.9942

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 19)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-369.6564	303.3465	225.2498
5.40	308.4085	1.4018	216.5372
9.85	-357.1807	-300.5429	207.8245

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 19)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-503.8295	313.3670	453.0597
4.00	34.2821	1.8943	378.2031
7.55	-369.6564	-213.0144	303.3465

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 19)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-509.8695	-315.3097	450.2561
4.00	30.7566	-5.3766	375.3995
7.55	-357.1807	207.8245	300.5429

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 20)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.1355	10.9385
5.40	427.2140	6.4943	315.0890
10.80	0.0000	-6.0510	-11.8423

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 20)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-376.0189	312.0936	224.2009
5.40	321.5848	1.4362	215.4883
9.85	-363.2367	-309.2212	206.7756

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 20)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-517.8396	314.7231	475.7078
4.00	25.0801	2.9235	393.9007
7.55	-376.0189	-212.1281	312.0936

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 20)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-523.3730	-316.3587	472.8354
4.00	20.9768	-6.4255	391.0283

7.55 -363.2367 206.7756 309.2212

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 21)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.1247	11.4571
5.40	416.5496	6.8178	360.2974
10.80	0.0000	-6.0339	-12.4905

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 21)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-398.9549	317.5598	256.0241
5.40	310.5855	1.3347	247.3114
9.85	-387.0757	-314.8903	238.5988

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 21)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-543.9654	359.4129	481.1741
4.00	65.9713	0.2888	399.3670
7.55	-398.9549	-243.3549	317.5598

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 21)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-551.4803	-362.2153	478.5046
4.00	63.9445	-3.8169	396.6975
7.55	-387.0757	238.5988	314.8903

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 22)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	5.8219	11.6124
5.40	395.9630	6.6153	359.0966
10.80	0.0000	-5.7297	-12.6424

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 22)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-392.5924	308.8128	257.0730
5.40	297.4092	1.3003	248.3604
9.85	-381.0196	-306.2121	239.6477

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 22)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-529.9554	358.0568	458.5259
4.00	75.1733	-0.7405	383.6693
7.55	-392.5924	-244.2411	308.8128

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 22)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-537.9768	-361.1663	455.9253
4.00	73.7243	-2.7679	381.0687

7.55 -381.0196 239.6477 306.2121

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 23)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	5.8497	12.1053
5.40	391.9258	9.0360	315.9492
10.80	0.0000	-5.5949	-13.0115

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 23)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-395.3417	305.3999	222.1716
5.40	291.8608	3.4552	213.4589
9.85	-364.5906	-298.4895	204.7463

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 23)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-515.8884	314.4166	455.1131
4.00	16.2852	-1.6134	380.2565
7.55	-395.3417	-211.7264	305.3999

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 23)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-539.1351	-318.3880	448.2027
4.00	12.4188	-8.4548	373.3461
7.55	-364.5906	204.7463	298.4895

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 24)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.1526	11.9499
5.40	412.5124	9.2385	317.1500
10.80	0.0000	-5.8991	-12.8596

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 24)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-401.7042	314.1470	221.1227
5.40	305.0372	3.4896	212.4100
9.85	-370.6467	-307.1678	203.6974

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 24)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-529.8984	315.7727	477.7612
4.00	7.0832	-0.5842	395.9541
7.55	-401.7042	-210.8402	314.1470

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 24)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-552.6386	-319.4369	470.7820
4.00	2.6390	-9.5038	388.9749

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 123 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -370.6467 203.6974 307.1678

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 25)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.1418	12.4685
5.40	401.8480	9.5620	362.3583
10.80	0.0000	-5.8820	-13.5078

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 25)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-424.6402	319.6132	252.9458
5.40	294.0379	3.3882	244.2332
9.85	-394.4856	-312.8369	235.5205

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 25)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-556.0242	360.4625	483.2275
4.00	47.9744	-3.2189	401.4204
7.55	-424.6402	-242.0670	319.6132

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 25)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-580.7459	-365.2935	476.4512
4.00	45.6067	-6.8951	394.6441
7.55	-394.4856	235.5205	312.8369

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 26)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	5.8390	12.6238
5.40	381.2614	9.3595	361.1575
10.80	0.0000	-5.5778	-13.6597

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 26)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-418.2777	310.8662	253.9947
5.40	280.8616	3.3537	245.2821
9.85	-388.4296	-304.1587	236.5694

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 26)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-542.0142	359.1063	460.5793
4.00	57.1764	-4.2482	385.7228
7.55	-418.2777	-242.9532	310.8662

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 26)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-567.2424	-364.2446	453.8719
4.00	55.3865	-5.8462	379.0153

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 124 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -388.4296 236.5694 304.1587

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 27)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	5.7468	-11.9942
5.40	406.6274	4.0834	313.8882
10.80	0.0000	-5.8326	11.0939

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 27)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-357.1807	300.5429	207.8245
5.40	308.4085	-1.4018	216.5372
9.85	-369.6564	-303.3465	225.2498

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 27)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-509.8695	315.3097	450.2561
4.00	30.7566	5.3766	375.3995
7.55	-357.1807	-207.8245	300.5429

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 27)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-503.8295	-313.3670	453.0597
4.00	34.2821	-1.8943	378.2031
7.55	-369.6564	213.0144	303.3465

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 28)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.0510	-11.8423
5.40	427.2140	4.4021	315.0890
10.80	0.0000	-6.1355	10.9385

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 28)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-363.2367	309.2212	206.7756
5.40	321.5848	-1.4362	215.4883
9.85	-376.0189	-312.0936	224.2009

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 28)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-523.3730	316.3587	472.8354
4.00	20.9768	6.4255	391.0283
7.55	-363.2367	-206.7756	309.2212

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 28)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-517.8396	-314.7231	475.7078
4.00	25.0801	-2.9235	393.9007

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 125 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -376.0189 212.1281 312.0936

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 29)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.0339	-12.4905
5.40	416.5496	4.2562	360.2974
10.80	0.0000	-6.1247	11.4571

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 29)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-387.0757	314.8903	238.5988
5.40	310.5855	-1.3347	247.3114
9.85	-398.9549	-317.5598	256.0241

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 29)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-551.4803	362.2153	478.5046
4.00	63.9445	3.8169	396.6975
7.55	-387.0757	-238.5988	314.8903

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 29)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-543.9654	-359.4129	481.1741
4.00	65.9713	-0.2888	399.3670
7.55	-398.9549	243.3549	317.5598

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 30)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	5.7297	-12.6424
5.40	395.9630	3.9375	359.0966
10.80	0.0000	-5.8219	11.6124

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 30)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-381.0196	306.2121	239.6477
5.40	297.4092	-1.3003	248.3604
9.85	-392.5924	-308.8128	257.0730

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 30)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-537.9768	361.1663	455.9253
4.00	73.7243	2.7679	381.0687
7.55	-381.0196	-239.6477	306.2121

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 30)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-529.9554	-358.0568	458.5259
4.00	75.1733	0.7405	383.6693

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 126 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -392.5924 244.2411 308.8128

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 31)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.0212	-0.3459
5.40	434.3093	5.2714	241.2202
10.80	0.0000	-6.0212	-0.3459

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 31)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-343.9668	306.3010	131.6879
5.40	337.5530	0.0000	131.6879
9.85	-343.9668	-306.3010	131.6879

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 31)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-489.2892	241.5661	462.9648
4.00	-82.3653	1.9790	384.6329
7.55	-343.9668	-131.6879	306.3010

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 31)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-489.2892	-241.5661	462.9648
4.00	-82.3653	-1.9790	384.6329
7.55	-343.9668	131.6879	306.3010

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 32)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.7141	-0.2268
5.40	507.1636	3.5690	251.9304
10.80	0.0000	-6.8906	-0.4958

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 32)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-404.8625	379.6721	142.3762
5.40	432.8814	-3.1580	149.0512
9.85	-432.9545	-385.4256	155.7262

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 32)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-544.7717	252.1572	536.3358
4.00	-121.2523	0.4554	458.0039
7.55	-404.8625	-142.3762	379.6721

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 32)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-532.2780	-252.4262	542.0893
4.00	-111.9364	4.0166	463.7574

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 127 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -432.9545 155.7262 385.4256

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 33)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.0258	-0.3444
5.40	435.3040	5.2687	240.1458
10.80	0.0000	-6.0258	-0.3444

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 33)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-352.6307	306.3010	133.3863
5.40	328.8890	0.0000	133.3863
9.85	-352.6307	-306.3010	133.3863

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 33)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-487.8912	240.4902	462.9648
4.00	-85.2037	0.5485	384.6329
7.55	-352.6307	-133.3863	306.3010

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 33)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-487.8912	-240.4902	462.9648
4.00	-85.2037	-0.5485	384.6329
7.55	-352.6307	133.3863	306.3010

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 34)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.0212	-0.3459
5.40	434.3093	5.2714	241.2202
10.80	0.0000	-6.0212	-0.3459

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 34)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-343.9668	306.3010	131.6879
5.40	337.5530	0.0000	131.6879
9.85	-343.9668	-306.3010	131.6879

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 34)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-489.2892	241.5661	462.9648
4.00	-82.3653	1.9790	384.6329
7.55	-343.9668	-131.6879	306.3010

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 34)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-489.2892	-241.5661	462.9648
4.00	-82.3653	-1.9790	384.6329

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 128 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -343.9668 131.6879 306.3010

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 35)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.9548	-0.1831
5.40	532.3949	3.1585	254.4813
10.80	0.0000	-7.1794	-0.5469

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 35)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-434.5976	404.2773	147.9817
5.40	455.8803	-4.0625	156.8817
9.85	-470.7349	-411.6522	165.7817

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 35)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-561.4518	254.6643	560.9410
4.00	-136.7177	-1.6521	482.6091
7.55	-434.5976	-147.9817	404.2773

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 35)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-545.7608	-255.0281	568.3159
4.00	-124.6910	7.1379	489.9841
7.55	-470.7349	165.7817	411.6522

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 36)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.7409	-0.2148
5.40	512.0887	3.6827	246.6153
10.80	0.0000	-6.9090	-0.4925

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 36)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-448.7780	379.7824	151.1378
5.40	389.4568	-3.0477	157.8128
9.85	-475.8881	-385.3152	164.4878

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 36)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-537.4585	246.8302	536.4461
4.00	-135.1676	-6.8312	458.1143
7.55	-448.7780	-151.1378	379.7824

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 36)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-525.7473	-247.1079	541.9789
4.00	-126.1140	10.8920	463.6471

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 129 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -475.8881 164.4878 385.3152

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 37)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.7194	-0.2242
5.40	508.1522	3.5885	250.8633
10.80	0.0000	-6.8944	-0.4954

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 37)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-413.6210	379.6904	144.1078
5.40	424.2042	-3.1397	150.7828
9.85	-441.5503	-385.4073	157.4578

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 37)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-543.3128	251.0875	536.3541
4.00	-124.0536	-1.0044	458.0222
7.55	-413.6210	-144.1078	379.6904

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 37)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-530.9578	-251.3586	542.0710
4.00	-114.7759	5.4000	463.7391
7.55	-441.5503	157.4578	385.4073

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 38)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.1594	-1.6086
5.40	439.4394	4.7485	248.0837
10.80	0.0000	-6.0213	0.8971

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 38)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-342.0645	315.9157	137.2639
5.40	337.4270	-2.6305	137.2639
9.85	-355.7984	-308.9315	137.2639

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 38)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-506.9981	249.6923	472.5795
4.00	-80.1561	5.9297	394.2476
7.55	-342.0645	-137.2639	315.9157

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 38)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-490.2931	-247.1867	465.5952
4.00	-77.3840	0.2306	387.2634

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 130 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -355.7984 137.2639 308.9315

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 39)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.2111	-2.0611
5.40	442.0533	4.6208	249.5689
10.80	0.0000	-6.0240	1.3453

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 39)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-350.3705	319.1550	141.0283
5.40	328.5978	-3.4730	141.0283
9.85	-368.3767	-309.7740	141.0283

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 39)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-511.4722	251.6300	475.8187
4.00	-81.9639	5.9207	397.4869
7.55	-350.3705	-141.0283	319.1550

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 39)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-489.5160	-248.2236	466.4377
4.00	-78.3129	2.3052	388.1059
7.55	-368.3767	141.0283	309.7740

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 40)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.1877	-1.5764
5.40	444.4737	4.9020	242.5920
10.80	0.0000	-6.0392	0.8806

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 40)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-385.8578	316.0409	145.6541
5.40	294.1905	-2.5054	145.6541
9.85	-398.4782	-308.8064	145.6541

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 40)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-499.3900	244.1684	472.7046
4.00	-94.4920	-1.6768	394.3727
7.55	-385.8578	-145.6541	316.0409

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 40)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-483.7503	-241.7113	465.4701
4.00	-91.8653	7.1142	387.1383

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 131 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -398.4782 145.6541 308.8064

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 41)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.1650	-1.6008
5.40	440.4568	4.7784	246.9698
10.80	0.0000	-6.0250	0.8925

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 41)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-350.7959	315.9385	138.9103
5.40	328.7970	-2.6077	138.9103
9.85	-364.3272	-308.9088	138.9103

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 41)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-505.4626	248.5707	472.6022
4.00	-83.0713	4.3858	394.2704
7.55	-350.7959	-138.9103	315.9385

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 41)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-488.9688	-246.0773	465.5725
4.00	-80.3051	1.6174	387.2406
7.55	-364.3272	138.9103	308.9088

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 42)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	5.9213	-3.1575
5.40	429.8028	2.3560	258.1334
10.80	0.0000	-6.1370	2.4171

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 42)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-339.4660	304.2234	145.8835
5.40	330.1591	-3.2683	148.2647
9.85	-368.5537	-310.7599	150.6460

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 42)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-510.0205	258.4013	462.7867
4.00	-65.9405	7.8929	383.5050
7.55	-339.4660	-145.8835	304.2234

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 42)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-492.8928	-258.6058	469.3233
4.00	-58.1785	0.9219	390.0416

7.55 -368.5537 150.6460 310.7599

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 43)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	5.8374	-3.2007
5.40	424.1664	2.2501	257.8245
10.80	0.0000	-6.0549	2.4612

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 43)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-337.7280	301.8302	146.1489
5.40	326.5457	-3.2802	148.5302
9.85	-366.9219	-308.3906	150.9114

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 43)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-506.3975	258.1356	456.5943
4.00	-63.2602	7.6274	379.2122
7.55	-337.7280	-146.1489	301.8302

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 43)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-489.0239	-258.2529	463.1547
4.00	-55.6067	1.2206	385.7727
7.55	-366.9219	150.9114	308.3906

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 44)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.1370	2.4171
5.40	429.8028	8.2972	258.1334
10.80	0.0000	-5.9213	-3.1575

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 44)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-368.5537	310.7599	150.6460
5.40	330.1591	3.2683	148.2647
9.85	-339.4660	-304.2234	145.8835

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 44)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-492.8928	258.6058	469.3233
4.00	-58.1785	-0.9219	390.0416
7.55	-368.5537	-150.6460	310.7599

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 44)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-510.0205	-258.4013	462.7867
4.00	-65.9405	-7.8929	383.5050

7.55 -339.4660 145.8835 304.2234

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 45)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.0549	2.4612
5.40	424.1664	8.2607	257.8245
10.80	0.0000	-5.8374	-3.2007

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 45)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-366.9219	308.3906	150.9114
5.40	326.5457	3.2802	148.5302
9.85	-337.7280	-301.8302	146.1489

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 45)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-489.0239	258.2529	463.1547
4.00	-55.6067	-1.2206	385.7727
7.55	-366.9219	-150.9114	308.3906

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 45)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-506.3975	-258.1356	456.5943
4.00	-63.2602	-7.6274	379.2122
7.55	-337.7280	146.1489	301.8302

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 46)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	5.9213	-3.1575
5.40	429.8028	2.3560	258.1334
10.80	0.0000	-6.1370	2.4171

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 46)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-339.4660	304.2234	145.8835
5.40	330.1591	-3.2683	148.2647
9.85	-368.5537	-310.7599	150.6460

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 46)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-510.0205	258.4013	462.7867
4.00	-65.9405	7.8929	383.5050
7.55	-339.4660	-145.8835	304.2234

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 46)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-492.8928	-258.6058	469.3233
4.00	-58.1785	0.9219	390.0416

7.55 -368.5537 150.6460 310.7599

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 47)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	5.8374	-3.2007
5.40	424.1664	2.2501	257.8245
10.80	0.0000	-6.0549	2.4612

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 47)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-337.7280	301.8302	146.1489
5.40	326.5457	-3.2802	148.5302
9.85	-366.9219	-308.3906	150.9114

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 47)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-506.3975	258.1356	456.5943
4.00	-63.2602	7.6274	379.2122
7.55	-337.7280	-146.1489	301.8302

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 47)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-489.0239	-258.2529	463.1547
4.00	-55.6067	1.2206	385.7727
7.55	-366.9219	150.9114	308.3906

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 48)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.1370	2.4171
5.40	429.8028	8.2972	258.1334
10.80	0.0000	-5.9213	-3.1575

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 48)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-368.5537	310.7599	150.6460
5.40	330.1591	3.2683	148.2647
9.85	-339.4660	-304.2234	145.8835

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 48)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-492.8928	258.6058	469.3233
4.00	-58.1785	-0.9219	390.0416
7.55	-368.5537	-150.6460	310.7599

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 48)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-510.0205	-258.4013	462.7867
4.00	-65.9405	-7.8929	383.5050

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 135 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -339.4660 145.8835 304.2234

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 49)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.0549	2.4612
5.40	424.1664	8.2607	257.8245
10.80	0.0000	-5.8374	-3.2007

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 49)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-366.9219	308.3906	150.9114
5.40	326.5457	3.2802	148.5302
9.85	-337.7280	-301.8302	146.1489

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 49)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-489.0239	258.2529	463.1547
4.00	-55.6067	-1.2206	385.7727
7.55	-366.9219	-150.9114	308.3906

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 49)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-506.3975	-258.1356	456.5943
4.00	-63.2602	-7.6274	379.2122
7.55	-337.7280	146.1489	301.8302

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 50)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	5.9213	-3.1575
5.40	429.8028	2.3560	258.1334
10.80	0.0000	-6.1370	2.4171

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 50)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-339.4660	304.2234	145.8835
5.40	330.1591	-3.2683	148.2647
9.85	-368.5537	-310.7599	150.6460

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 50)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-510.0205	258.4013	462.7867
4.00	-65.9405	7.8929	383.5050
7.55	-339.4660	-145.8835	304.2234

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 50)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-492.8928	-258.6058	469.3233
4.00	-58.1785	0.9219	390.0416

7.55 -368.5537 150.6460 310.7599

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 51)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	5.8374	-3.2007
5.40	424.1664	2.2501	257.8245
10.80	0.0000	-6.0549	2.4612

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 51)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-337.7280	301.8302	146.1489
5.40	326.5457	-3.2802	148.5302
9.85	-366.9219	-308.3906	150.9114

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 51)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-506.3975	258.1356	456.5943
4.00	-63.2602	7.6274	379.2122
7.55	-337.7280	-146.1489	301.8302

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 51)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-489.0239	-258.2529	463.1547
4.00	-55.6067	1.2206	385.7727
7.55	-366.9219	150.9114	308.3906

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 52)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.1370	2.4171
5.40	429.8028	8.2972	258.1334
10.80	0.0000	-5.9213	-3.1575

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 52)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-368.5537	310.7599	150.6460
5.40	330.1591	3.2683	148.2647
9.85	-339.4660	-304.2234	145.8835

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 52)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-492.8928	258.6058	469.3233
4.00	-58.1785	-0.9219	390.0416
7.55	-368.5537	-150.6460	310.7599

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 52)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-510.0205	-258.4013	462.7867
4.00	-65.9405	-7.8929	383.5050

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 137 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

7.55 -339.4660 145.8835 304.2234

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 53)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.00	0.0000	6.0549	2.4612
5.40	424.1664	8.2607	257.8245
10.80	0.0000	-5.8374	-3.2007

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 53)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.95	-366.9219	308.3906	150.9114
5.40	326.5457	3.2802	148.5302
9.85	-337.7280	-301.8302	146.1489

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 53)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-489.0239	258.2529	463.1547
4.00	-55.6067	-1.2206	385.7727
7.55	-366.9219	-150.9114	308.3906

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 53)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.45	-506.3975	-258.1356	456.5943
4.00	-63.2602	-7.6274	379.2122
7.55	-337.7280	146.1489	301.8302

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 138 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.00	0.00	0.00	5.58	9.10	-13.66	12.62
5.40	381.26	697.94	1.27	9.56	240.15	362.36
10.80	0.00	0.00	-9.39	-5.58	-13.66	12.62

Inviluppo sollecitazioni trasverso

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.95	-581.56	-337.73	298.49	530.64	131.69	257.07
5.40	280.86	601.01	-5.30	3.49	131.69	248.36
9.85	-617.05	-337.73	-540.23	-298.49	131.69	257.07

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.45	-731.63	-487.89	240.49	365.29	448.20	734.30
4.00	-176.73	75.17	-9.17	9.50	373.35	632.47
7.55	-581.56	-337.73	-244.24	-131.69	298.49	530.64

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.45	-711.58	-483.75	-365.29	-240.49	448.20	743.90
4.00	-161.12	75.17	-9.50	14.37	373.35	642.07
7.55	-617.05	-337.73	131.69	244.24	298.49	540.23

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 139 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

<i>IC</i>	Indice della combinazione
<i>N_c, N_q, N_γ</i>	Fattori di capacità portante
<i>N_c, N_q, N_γ</i>	Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.
<i>q_u</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]
<i>Q_u</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m
<i>Q_v</i>	Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m
<i>FS</i>	Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N _c	N _q	N _γ	N' _c	N' _q	N' _γ	q _u	Q _u	Q _v	FS
1	75.31	64.20	93.69	184.48	105.79	154.40	36598	395261.62	1740.44	227.10
2	41.69	28.99	30.46	88.68	43.83	46.06	13325	143910.22	1351.19	106.51
3	75.31	64.20	93.69	106.29	76.91	110.13	25963	280399.49	2025.64	138.43
4	41.69	28.99	30.46	56.54	33.91	34.67	10032	108344.80	1594.13	67.96
5	75.31	64.20	93.69	106.65	77.18	110.98	26195	282900.81	1954.34	144.76
6	41.69	28.99	30.46	56.75	34.04	35.01	10130	109399.27	1533.40	71.34
7	75.31	64.20	93.69	106.65	77.18	110.98	26195	282900.81	1954.34	144.76
8	41.69	28.99	30.46	56.75	34.04	35.01	10130	109399.27	1533.40	71.34
9	75.31	64.20	93.69	104.68	75.75	106.37	25638	276892.22	1769.46	156.48
10	41.69	28.99	30.46	55.22	33.12	32.51	9739	105184.64	1375.90	76.45
11	75.31	64.20	93.69	105.48	76.33	108.22	25974	280514.02	1762.20	159.18
12	41.69	28.99	30.46	55.77	33.45	33.41	9918	107119.80	1369.72	78.21
13	75.31	64.20	93.69	105.48	76.33	108.22	25974	280514.02	1762.20	159.18
14	41.69	28.99	30.46	55.77	33.45	33.41	9918	107119.80	1369.72	78.21
15	75.31	64.20	93.69	86.56	62.64	66.72	16826	181716.78	1305.61	139.18
16	75.31	64.20	93.69	87.52	63.33	68.68	17237	186155.16	1371.99	135.68
17	41.69	28.99	30.46	46.63	27.97	19.64	6642	71738.14	1384.37	51.82
18	41.69	28.99	30.46	46.13	27.67	18.95	6484	70030.84	1318.00	53.13
19	75.31	64.20	93.69	86.56	62.64	66.72	16826	181716.78	1305.61	139.18
20	75.31	64.20	93.69	87.52	63.33	68.68	17237	186155.16	1371.99	135.68
21	41.69	28.99	30.46	46.63	27.97	19.64	6642	71738.14	1384.37	51.82
22	41.69	28.99	30.46	46.13	27.67	18.95	6484	70030.84	1318.00	53.13
23	75.31	64.20	93.69	86.56	62.64	66.72	16826	181716.78	1305.61	139.18
24	75.31	64.20	93.69	87.52	63.33	68.68	17237	186155.16	1371.99	135.68
25	41.69	28.99	30.46	46.63	27.97	19.64	6642	71738.14	1384.37	51.82
26	41.69	28.99	30.46	46.13	27.67	18.95	6484	70030.84	1318.00	53.13
27	75.31	64.20	93.69	86.56	62.64	66.72	16826	181716.78	1305.61	139.18
28	75.31	64.20	93.69	87.52	63.33	68.68	17237	186155.16	1371.99	135.68
29	41.69	28.99	30.46	46.63	27.97	19.64	6642	71738.14	1384.37	51.82
30	41.69	28.99	30.46	46.13	27.67	18.95	6484	70030.84	1318.00	53.13

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 140 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

ALLEGATO 2

TABULATI DI CALCOLO MURI AD U

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 141 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare tipo vasca		
Altezza esterna	8.10	[m]	
Larghezza esterna	9.80	[m]	
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]	
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]	
Spessore piedritto sinistro	0.90	[m]	
Spessore piedritto destro	0.90	[m]	
Spessore fondazione	1.10	[m]	

Caratteristiche strati terreno

Strato di rifianco

Descrizione	Rilevato	
Peso di volume	18.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	18.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	35.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	23.33	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	0	[kPa/m]

Strato di base

Descrizione	Ag	
Peso di volume	19.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	40.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	26.70	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	20000	[kPa/m]
Tensione limite	1000	[kPa]

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

R _{ck} calcestruzzo	30000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	25.0000	[kN/mc]
Modulo elastico E	30976850	[kPa]
Tensione di snervamento acciaio	450000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n')	0.50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	21.00	
Coefficiente dilatazione termica	0.0000120	

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura
 Carichi verticali positivi se diretti verso il basso
 Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra
 Coppie concentrate positive se antiorarie
 Ascisse X (espresse in m) positive verso destra

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 142 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Ordinate Y (esprese in m) positive verso l'alto
 Carichi concentrati espressi in kN
 Coppie concentrate espressi in kNm
 Carichi distribuiti espressi in kN/m

Simbologia adottata e unità di misura
Forze concentrate

X ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
 Y ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
 F_y componente Y del carico concentrato
 F_x componente X del carico concentrato
 M momento

Forze distribuite

X_i, X_f ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
 Y_i, Y_f ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali
 V_{ni} componente normale del carico distribuito nel punto iniziale
 V_{nf} componente normale del carico distribuito nel punto finale
 V_{ti} componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
 V_{tf} componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
 D_{te} variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
 D_{ti} variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)
Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)
Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)
Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)
Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)
Condizione di carico n°7 (Carico Stradale)

Distr	Fondaz.	X _i = 1.80	X _f = 4.20	V _{ni} = 165.00	V _{nf} = 165.00	V _{ti} = 0.00	V _{tf} = 0.00
Distr	Fondaz.	X _i = 5.50	X _f = 7.90	V _{ni} = 106.50	V _{nf} = 106.50	V _{ti} = 0.00	V _{tf} = 0.00

Condizione di carico n°8 (Spinta statica rinterro (P.P))

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:
Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_c	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 * k * (100.0 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 * \sigma_{cp}] * b_w * d > (v_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * b_w * d$$

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

$$V_{Rcd} = 0.9 * d * b_w * \alpha_c * f_{cd} * (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg} \theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b _w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A _{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di f _{cd} e σ_{cp}

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 143 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

$$f_{cd}' = 0.5 * f_{cd}$$

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

$$v_{min} = 0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$$

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente poco aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare)

0.60 f_{ck}

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.)

0.45 f_{ck}

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare)

0.80 f_{yk}

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure w1=0.20 w2=0.30 w3=0.40

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 1

Copriferro sezioni 0.0400 [m]

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 144 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2008

Simbologia adottata

γ_{G1sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{G1fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{G2sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_{G2fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_Q	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.35	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Q2fav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Q2sfav}	1.35	1.15
Termici	Favorevole	$\gamma_{e,fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{e,sfav}$	1.20	1.20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Q2fav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Q2sfav}	1.00	1.00
Termici	Favorevole	$\gamma_{e,fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{e,sfav}$	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 145 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Parametri

Tangente dell'angolo di attrito		$\gamma_{tan\phi}$	M1	M2
Coazione efficace		γ_c	1.00	1.25
Resistenza non drenata		γ_{cu}	1.00	1.25
Resistenza a compressione uniassiale		γ_{qu}	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume		γ_γ	1.00	1.60

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Carico Stradale	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 2 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Carico Stradale	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15

Combinazione n° 3 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Carico Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

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

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Carico Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Carico Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Carico Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 146 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Combinazione n° 7 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Carico Stradale	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 9 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Carico Stradale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 147 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X	ascisse (espresse in m) positive verso destra
Y	ordinate (espresse in m) positive verso l'alto
M	momento espresso in kNm
V	taglio espresso in kN
SN	sforzo normale espresso in kN
ux	spostamento direzione X espresso in m
uy	spostamento direzione Y espresso in m
σ	pressione sul terreno espressa in kPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

Metodo di calcolo della portanza

Spinta sui piedritti

Sisma

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g =$

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

Coefficiente riduzione (β_m)

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g =$

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

Coefficiente riduzione (β_m)

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

Forma diagramma incremento sismico

Spinta sismica

Angolo diffusione sovraccarico

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.426	0.000
2	0.511	0.000
3	0.426	0.867
4	0.426	0.867
5	0.511	0.940

Pressione geostatica

Terzaghi

- a Riposo [combinazione 1]
- a Riposo [combinazione 2]
- a Riposo [combinazione 3]
- a Riposo [combinazione 4]
- a Riposo [combinazione 5]
- a Riposo [combinazione 6]
- a Riposo [combinazione 7]
- a Riposo [combinazione 8]
- a Riposo [combinazione 9]

2.12 [m/s²]

1.38

1.00

1.00

0.50

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S_s) = 29.82$

$k_v = 0.50 * k_h = 14.91$

0.00 [m/s²]

1.50

1.00

1.00

0.50

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S_s) = 0.00$

$k_v = 0.50 * k_h = 0.00$

Rettangolare

Wood

34.00 [°]



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 148 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

6	0.511	0.940
7	0.426	0.000
8	0.426	0.000
9	0.426	0.000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	95
Numero elementi piedritto sinistro	76
Numero elementi piedritto destro	76
Numero molle piedritto sinistro	77
Numero molle piedritto destro	77

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 149 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.64	23.44	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 83.9330 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 83.9330 [kPa]

Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.64	23.44	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 74.5456 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 74.5456 [kPa]

Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.64	23.44	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 62.1726 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 62.1726 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 43.4736 [kPa]	Pressione inf. 43.4736 [kPa]
------------------	------------------------------	------------------------------

Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 150 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.64	23.44	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 62.1726 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 62.1726 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 43.4736 [kPa]	Pressione inf. 43.4736 [kPa]
------------------	------------------------------	------------------------------

Analisi della combinazione n° 5

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.64	23.44	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 74.5456 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 74.5456 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 43.4736 [kPa]	Pressione inf. 43.4736 [kPa]
------------------	------------------------------	------------------------------

Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.64	23.44	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 74.5456 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 74.5456 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 43.4736 [kPa]	Pressione inf. 43.4736 [kPa]
------------------	------------------------------	------------------------------

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 151 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.64	23.44	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 62.1726 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 62.1726 [kPa]

Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.64	23.44	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 62.1726 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 62.1726 [kPa]

Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-13.64	23.44	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 62.1726 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 62.1726 [kPa]

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 152 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Verifiche combinazioni SLU

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
N_u	Sforzo normale ultimo, espressa in kN
M_u	Momento ultimo, espressa in kNm
A_{fi}	Area armatura inferiore, espressa in mq
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in mq
CS	Coeff. di sicurezza sezione
V_{Rd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN
V_{Rcd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN
V_{Rsd}	Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN
A_{sw}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in mq

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 1.1000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N_u	M_u	A_{fi}	A_{fs}	CS
1	0.45	743.37 (743.37)	294.88	1029.65	2595.72	0.005309	0.005309	3.49
2	4.90	351.09 (368.41)	294.88	2644.98	3304.54	0.005309	0.005309	8.97
3	9.35	743.37 (743.37)	294.88	1029.65	2595.72	0.005309	0.005309	3.49

Verifiche taglio

N°	X	V	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
1	0.45	-220.38	468.79	0.00	0.00	0.000000
2	4.90	-18.16	468.79	0.00	0.00	0.000000
3	9.35	223.03	468.79	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N_u	M_u	A_{fi}	A_{fs}	CS
1	0.55	-743.37 (-743.37)	229.33	577.56	-1872.14	0.002655	0.005309	2.52
2	4.33	-92.96 (-150.11)	114.67	1706.42	-2233.96	0.002655	0.005309	14.88
3	8.10	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	0.002655	0.005309	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	V	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
1	0.55	295.34	415.96	0.00	0.00	0.000000
2	4.33	73.85	399.53	0.00	0.00	0.000000
3	8.10	0.00	304.06	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Verifiche presso-flessione

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 153 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.55	-743.37 (-743.37)	229.33	823.20	-2668.39	0.002655	0.007964	3.59
2	4.33	-92.96 (-150.11)	114.67	1706.42	-2233.96	0.002655	0.005309	14.88
3	8.10	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	0.002655	0.005309	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.55	-295.34	471.40	0.00	0.00	0.000000
2	4.33	-73.85	399.53	0.00	0.00	0.000000
3	8.10	0.00	383.09	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 1.1000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.45	660.23 (660.23)	261.90	1029.65	2595.72	0.005309	0.005309	3.93
2	4.90	376.01 (391.17)	261.90	2062.95	3081.22	0.005309	0.005309	7.88
3	9.35	660.23 (660.23)	261.90	1029.65	2595.72	0.005309	0.005309	3.93

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.45	-162.81	464.03	0.00	0.00	0.000000
2	4.90	-15.89	464.03	0.00	0.00	0.000000
3	9.35	165.07	464.03	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.55	-660.23 (-660.23)	169.88	473.08	-1838.66	0.002655	0.005309	2.78
2	4.33	-82.56 (-133.33)	84.94	1350.52	-2119.89	0.002655	0.005309	15.90
3	8.10	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	0.002655	0.005309	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.55	262.31	407.44	0.00	0.00	0.000000
2	4.33	65.59	395.27	0.00	0.00	0.000000
3	8.10	0.00	304.06	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.55	-660.23 (-660.23)	169.88	677.95	-2634.89	0.002655	0.007964	3.99

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 154 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

2	4.33	-82.56 (-133.33)	84.94	1350.52	-2119.89	0.002655	0.005309	15.90
3	8.10	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	0.002655	0.005309	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.55	-262.31	462.88	0.00	0.00	0.000000
2	4.33	-65.59	395.27	0.00	0.00	0.000000
3	8.10	0.00	304.06	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 1.1000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.45	359.44 (486.47)	418.77	2932.47	3406.51	0.005309	0.005309	7.00
2	4.90	919.75 (1171.71)	382.28	813.79	2494.29	0.005309	0.005309	2.13
3	9.35	1980.90 (1980.90)	345.79	401.61	2300.62	0.005309	0.005309	1.16

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.45	-133.16	486.70	0.00	0.00	0.000000
2	4.90	264.10	481.43	0.00	0.00	0.000000
3	9.35	144.55	476.15	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.55	-359.44 (-359.44)	144.55	778.84	-1936.66	0.002655	0.005309	5.39
2	4.33	-21.05 (-43.79)	72.27	4363.86	-2644.09	0.002655	0.005309	60.38
3	8.10	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	0.002655	0.005309	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.55	168.12	403.81	0.00	0.00	0.000000
2	4.33	29.38	393.45	0.00	0.00	0.000000
3	8.10	0.00	383.09	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.55	-1980.90 (-1980.90)	144.55	183.96	-2520.97	0.002655	0.007964	1.27
2	4.33	-426.42 (-615.39)	72.27	205.88	-1753.02	0.002655	0.005309	2.85
3	8.10	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	0.002655	0.005309	1000.00

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 155 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.55	-597.65	459.25	0.00	2719.94	0.000000
2	4.33	-244.14	393.45	0.00	0.00	0.000000
3	8.10	0.00	304.06	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 1.1000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.45	359.44 (534.06)	418.77	2570.43	3278.10	0.005309	0.005309	6.14
2	4.90	787.10 (1034.47)	382.28	944.44	2555.68	0.005309	0.005309	2.47
3	9.35	1980.90 (1980.90)	345.79	401.61	2300.62	0.005309	0.005309	1.16

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.45	-183.05	486.70	0.00	0.00	0.000000
2	4.90	259.30	481.43	0.00	0.00	0.000000
3	9.35	195.20	476.15	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.55	-359.44 (-359.44)	195.20	1109.26	-2042.56	0.002655	0.005309	5.68
2	4.33	-21.05 (-43.79)	97.60	5746.55	-2578.38	0.002655	0.005309	58.88
3	8.10	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	0.002655	0.005309	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.55	168.12	411.07	0.00	0.00	0.000000
2	4.33	29.38	397.08	0.00	0.00	0.000000
3	8.10	0.00	383.09	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.55	-1980.90 (-1980.90)	195.20	249.92	-2536.18	0.002655	0.007964	1.28
2	4.33	-426.42 (-615.39)	97.60	281.89	-1777.38	0.002655	0.005309	2.89
3	8.10	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	0.002655	0.005309	1000.00

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 156 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.55	-597.65	466.51	0.00	2730.46	0.000000
2	4.33	-244.14	397.08	0.00	0.00	0.000000
3	8.10	0.00	383.09	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 1.1000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.45	469.02 (643.79)	462.24	2279.60	3174.95	0.005309	0.005309	4.93
2	4.90	889.79 (1137.83)	425.75	958.81	2562.43	0.005309	0.005309	2.25
3	9.35	2090.49 (2090.49)	389.26	430.96	2314.42	0.005309	0.005309	1.11

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.45	-183.20	492.99	0.00	0.00	0.000000
2	4.90	260.00	487.71	0.00	0.00	0.000000
3	9.35	195.20	482.44	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.55	-469.02 (-469.02)	195.20	810.20	-1946.71	0.002655	0.005309	4.15
2	4.33	-34.76 (-65.92)	97.60	3850.73	-2600.85	0.002655	0.005309	39.45
3	8.10	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	0.002655	0.005309	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.55	211.65	411.07	0.00	0.00	0.000000
2	4.33	40.26	397.08	0.00	0.00	0.000000
3	8.10	0.00	304.06	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.55	-2090.49 (-2090.49)	195.20	236.53	-2533.09	0.002655	0.007964	1.21
2	4.33	-440.12 (-637.52)	97.60	271.60	-1774.08	0.002655	0.005309	2.78
3	8.10	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	0.002655	0.005309	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
----	---	---	-----------------	------------------	------------------	-----------------

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 157 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

1	0.55	-641.18	466.51	0.00	2730.46	0.000000
2	4.33	-255.03	397.08	0.00	0.00	0.000000
3	8.10	0.00	383.09	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 1.1000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{ri}	A _{fs}	CS
1	0.45	469.02 (596.18)	462.24	2530.72	3264.02	0.005309	0.005309	5.47
2	4.90	1024.35 (1277.26)	425.75	834.70	2504.12	0.005309	0.005309	1.96
3	9.35	2090.49 (2090.49)	389.26	430.96	2314.42	0.005309	0.005309	1.11

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.45	-133.29	492.99	0.00	0.00	0.000000
2	4.90	265.11	487.71	0.00	0.00	0.000000
3	9.35	144.55	482.44	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{ri}	A _{fs}	CS
1	0.55	-469.02 (-469.02)	144.55	576.92	-1871.94	0.002655	0.005309	3.99
2	4.33	-34.76 (-65.92)	72.27	2683.08	-2447.20	0.002655	0.005309	37.12
3	8.10	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	0.002655	0.005309	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.55	211.65	403.81	0.00	0.00	0.000000
2	4.33	40.26	393.45	0.00	0.00	0.000000
3	8.10	0.00	383.09	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{ri}	A _{fs}	CS
1	0.55	-2090.49 (-2090.49)	144.55	174.16	-2518.71	0.002655	0.007964	1.20
2	4.33	-440.12 (-637.52)	72.27	198.47	-1750.64	0.002655	0.005309	2.75
3	8.10	0.00 (0.00)	0.00	0.00	0.00	0.002655	0.005309	1000.00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0.55	-641.18	459.25	0.00	2719.94	0.000000
2	4.33	-255.03	393.45	0.00	0.00	0.000000



QUADRILATERO

Marche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 158 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

3 8.10 0.00 304.06 0.00 0.00 0.000000

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 159 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Verifiche combinazioni SLE

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
A_{fi}	Area armatura inferiore, espressa in mq
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in mq
σ_{fi}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espressa in kPa
σ_{fs}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espressa in kPa
σ_c	Tensione nel calcestruzzo, espressa in kPa
τ_c	Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espressa in kPa
A_{sw}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in mq

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 1.1000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.45	550.64	218.43	0.005309	0.005309	44487	88377	2367
2	4.90	152.91	218.43	0.005309	0.005309	14603	13548	748
3	9.35	550.64	218.43	0.005309	0.005309	44487	88377	2367

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.45	-167.33	-186	0.000000
2	4.90	3.47	4	0.000000
3	9.35	167.33	186	0.000000

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.55	-550.64	169.87	0.002655	0.005309	120969	68963	3725
2	4.33	-68.86	84.94	0.002655	0.005309	10609	9999	524
3	8.10	0.00	0.00	0.002655	0.005309	0	0	0

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.55	218.77	299	0.000000
2	4.33	54.70	75	0.000000
3	8.10	0.00	0	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
----	---	---	---	----------	----------	---------------	---------------	------------

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 160 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

1	0.55	-550.64	169.87	0.002655	0.007964	82951	63310	3355
2	4.33	-68.86	84.94	0.002655	0.005309	10609	9999	524
3	8.10	0.00	0.00	0.002655	0.005309	0	0	0

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.55	-218.77	-299	0.000000
2	4.33	-54.70	-75	0.000000
3	8.10	0.00	0	0.000000

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 8 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 1.1000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.45	550.64	218.43	0.005309	0.005309	44487	88377	2367
2	4.90	233.28	218.43	0.005309	0.005309	20841	28110	1084
3	9.35	550.64	218.43	0.005309	0.005309	44487	88377	2367

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.45	-164.26	-182	0.000000
2	4.90	-9.22	-10	0.000000
3	9.35	165.74	184	0.000000

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 8 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.55	-550.64	169.87	0.002655	0.005309	120969	68963	3725
2	4.33	-68.86	84.94	0.002655	0.005309	10609	9999	524
3	8.10	0.00	0.00	0.002655	0.005309	0	0	0

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.55	218.77	299	0.000000
2	4.33	54.70	75	0.000000
3	8.10	0.00	0	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 8 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.55	-550.64	169.88	0.002655	0.007964	82951	63310	3355
2	4.33	-68.86	84.94	0.002655	0.005309	10609	9999	524

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 161 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

3 8.10 0.00 0.00 0.002655 0.005309 0 0 0

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.55	-218.77	-299	0.000000
2	4.33	-54.70	-75	0.000000
3	8.10	0.00	0	0.000000

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 1.1000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.45	550.64	218.43	0.005309	0.005309	44487	88377	2367
2	4.90	260.06	218.43	0.005309	0.005309	22879	33107	1194
3	9.35	550.64	218.43	0.005309	0.005309	44487	88377	2367

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.45	-163.24	-181	0.000000
2	4.90	-13.45	-15	0.000000
3	9.35	165.21	183	0.000000

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.55	-550.64	169.87	0.002655	0.005309	120969	68963	3725
2	4.33	-68.86	84.94	0.002655	0.005309	10609	9999	524
3	8.10	0.00	0.00	0.002655	0.005309	0	0	0

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.55	218.77	299	0.000000
2	4.33	54.70	75	0.000000
3	8.10	0.00	0	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 0.9000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.55	-550.64	169.87	0.002655	0.007964	82951	63310	3355
2	4.33	-68.86	84.94	0.002655	0.005309	10609	9999	524
3	8.10	0.00	0.00	0.002655	0.005309	0	0	0



QUADRILATERO

Marche Umbria S.p.A.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 162 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0.55	-218.77	-299	0.000000
2	4.33	-54.70	-75	0.000000
3	8.10	0.00	0	0.000000

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 163 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Verifiche fessurazione

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X_i	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M_p	Momento, espresse in kNm
M_n	Momento, espresse in kNm
w_x	Ampiezza fessure, espresse in mm
w_{lim}	Apertura limite fessure, espresse in mm
s	Distanza media tra le fessure, espresse in mm
ϵ_{sm}	Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	S_m	ϵ_{sm}
1	0.45	0.005309	0.005309	432.23	-432.23	550.64	0.05	0.30	126.21	0.024
2	4.90	0.005309	0.005309	432.23	-432.23	152.91	0.00	0.30	0.00	0.000
3	9.35	0.005309	0.005309	432.23	-432.23	550.64	0.05	0.30	126.21	0.024

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	S_m	ϵ_{sm}
1	0.55	0.002655	0.005309	270.86	-293.70	-550.64	0.11	0.30	126.21	0.048
2	4.33	0.002655	0.005309	270.86	-293.70	-68.86	0.00	0.30	0.00	0.000
3	8.10	0.002655	0.005309	270.86	-293.70	0.00	0.00	0.30	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	S_m	ϵ_{sm}
1	0.55	0.002655	0.007964	276.67	-322.71	-550.64	0.06	0.30	99.93	0.032
2	4.33	0.002655	0.005309	270.86	-293.70	-68.86	0.00	0.30	0.00	0.000
3	8.10	0.002655	0.005309	270.86	-293.70	0.00	0.00	0.30	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 8 - SLE (Frequente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	S_m	ϵ_{sm}
1	0.45	0.005309	0.005309	432.23	-432.23	550.64	0.05	0.40	126.21	0.024
2	4.90	0.005309	0.005309	432.23	-432.23	233.28	0.00	0.40	0.00	0.000
3	9.35	0.005309	0.005309	432.23	-432.23	550.64	0.05	0.40	126.21	0.024

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 8 - SLE (Frequente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	S_m	ϵ_{sm}
1	0.55	0.002655	0.005309	270.86	-293.70	-550.64	0.11	0.40	126.21	0.048
2	4.33	0.002655	0.005309	270.86	-293.70	-68.86	0.00	0.40	0.00	0.000
3	8.10	0.002655	0.005309	270.86	-293.70	0.00	0.00	0.40	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 8 - SLE (Frequente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	S_m	ϵ_{sm}
1	0.55	0.002655	0.007964	276.67	-322.71	-550.64	0.06	0.40	99.93	0.032
2	4.33	0.002655	0.005309	270.86	-293.70	-68.86	0.00	0.40	0.00	0.000

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 164 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

3	8.10	0.002655	0.005309	270.86	-293.70	0.00	0.00	0.40	0.00	0.000
---	------	----------	----------	--------	---------	------	------	------	------	-------

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.45	0.005309	0.005309	432.23	-432.23	550.64	0.05	100.00	126.21	0.024
2	4.90	0.005309	0.005309	432.23	-432.23	260.06	0.00	100.00	0.00	0.000
3	9.35	0.005309	0.005309	432.23	-432.23	550.64	0.05	100.00	126.21	0.024

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.55	0.002655	0.005309	270.86	-293.70	-550.64	0.11	100.00	126.21	0.048
2	4.33	0.002655	0.005309	270.86	-293.70	-68.86	0.00	100.00	0.00	0.000
3	8.10	0.002655	0.005309	270.86	-293.70	0.00	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.55	0.002655	0.007964	276.67	-322.71	-550.64	0.06	100.00	99.93	0.032
2	4.33	0.002655	0.005309	270.86	-293.70	-68.86	0.00	100.00	0.00	0.000
3	8.10	0.002655	0.005309	270.86	-293.70	0.00	0.00	100.00	0.00	0.000

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 165 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

<i>IC</i>	Indice della combinazione
<i>N_c, N_q, N_γ</i>	Fattori di capacità portante
<i>N_c, N_q, N_γ</i>	Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.
<i>q_u</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]
<i>Q_u</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m
<i>Q_v</i>	Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m
<i>FS</i>	Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ	q_u	Q_u	Q_v	FS
1	95.66	81.27	119.01	95.66	81.27	119.01	21822	213857.28	1668.73	128.16
2	52.03	35.93	38.01	52.03	35.93	38.01	8325	81587.80	1333.84	61.17
3	95.66	81.27	119.01	95.66	81.27	119.01	14009	137287.58	1148.96	119.49
4	95.66	81.27	119.01	95.66	81.27	119.01	15184	148800.62	1323.24	112.45
5	52.03	35.93	38.01	52.03	35.93	38.01	5812	56958.16	1323.24	43.04
6	52.03	35.93	38.01	52.03	35.93	38.01	5362	52551.18	1148.96	45.74

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 166 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

ALLEGATO 3

TABULATI DI CALCOLO MURO DI SOTTOSCARPA

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 167 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Progetto: Muro di sostegno/sottoscarpa
Ditta:
Comune:
Progettista:
Direttore dei Lavori:
Impresa:

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009
- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
 - Verifica a ribaltamento
 - Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
 - Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
 - Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Culmann

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

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

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

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

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

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 169 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

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

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

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

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

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

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{IH} = k_h W \quad F_{IV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

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

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

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

Verifica a scorrimento

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

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

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 170 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

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

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

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

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_r + c_a B$$

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

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

Verifica al carico limite

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

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

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

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

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

In questa espressione

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

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

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

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

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

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

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 171 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

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

Fattori di profondità

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

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

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

Fattori di inclinazione

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

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

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

$$i_y = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g

Eseguito il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

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

dove il termine m è espresso da

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 172 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

$$m = \left(1 + \frac{\sum_{i=1}^n \frac{W_i \cdot \tan \phi_i \cdot \tan \alpha_i}{b_i}}{\eta}\right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima, c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 173 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 2

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c'	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_γ	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

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

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 174 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Altezza del paramento	7,30 [m]
Spessore in sommità	0,50 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,23 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	5,70 [°]
Lunghezza del muro	1,00 [m]

Muro a mensola in c.a.

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,92 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	4,50 [m]
Lunghezza totale fondazione	6,65 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	1,30 [m]
Spessore magrone	0,15 [m]

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 175 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	24,517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	30000 [kPa]
Modulo elastico E	31447048 [kPa]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	449936 [kPa]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto
 X ascissa del punto espressa in [m]
 Y ordinata del punto espressa in [m]
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	0,50	0,00	0,00
2	5,50	1,00	11,31
3	12,00	1,00	0,00

Terreno a valle del muro

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

Falda

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20,00	20,00	35,00	17,50	0,0	0,0
Ag	20,00	20,00	35,00	23,33	0,0	0,0

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 176 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	8,75	0,00	5,70	50,00	Rilevato
2	10,00	0,00	3,54	50,00	Ag

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 177 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

M Momento espresso in [kNm]

X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

Q_i Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]

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

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

Condizione n° 1 (SOVRACCARICO STRADALE)

D Profilo $X_i=5,50$ $X_f=8,50$ $Q_i=5,0000$ $Q_f=5,0000$

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 178 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Descrizione combinazioni di carico

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 - Caso A1-M1 (STR)

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

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

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

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

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

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

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

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

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

Combinazione n° 6 - Quasi Permanente (SLE)

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

Combinazione n° 7 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 8 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1.00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1.00	1,00
SOVRACCARICO STRADALE	SFAV	1.00	1.00	1.00

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 179 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Impostazioni avanzate

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

Influenza della falda a valle sia come peso sia come spinta da valle

Terreno a monte a elevata permeabilità

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc. REL	N. prog.	Rev. B	Pag. di Pag.
L0703	212	E	17	OM7400		01		181 di 208

Punto d'applicazione della spinta	X = 5,23 [m]	[m]	Y = -4,82
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,50	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,74	[°]	
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 5,23 [m]	[m]	Y = -8,60
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	754,9105	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,84 [m]	[m]	Y = -3,33

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	441,3068	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1260,6509	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-31,1820	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1260,6509	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	441,3068	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,63	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,65	[m]
Risultante in fondazione	1335,6618	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,29	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	798,6848	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	5761,1228	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,65	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	298,02	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	81,20	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,62$	$i_q = 0,62$	$i_\gamma = 0,20$
Fattori profondità	$d_c = 1,08$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 30.61$	$N'_q = 21.32$	$N'_\gamma = 7.76$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.57
---	------

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 182 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
 Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm
 Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN
 Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,36	4,6368	1,1109	6,3173
3	0,73	9,5986	5,1111	15,2354
4	1,09	14,8853	12,7072	25,2927
5	1,46	20,4970	24,2266	36,2436
6	1,82	26,4335	40,0544	48,3213
7	2,19	32,6951	60,6028	61,4936
8	2,55	39,2816	86,2731	75,7399
9	2,92	46,1930	117,4613	91,0510
10	3,29	53,4293	154,5610	107,4222
11	3,65	60,9906	197,9646	124,8507
12	4,01	68,8769	248,0637	143,3350
13	4,38	77,0881	305,2494	162,8740
14	4,75	85,6242	369,9200	183,7739
15	5,11	94,4853	444,0004	215,0114
16	5,47	103,6713	530,5735	248,1153
17	5,84	113,1822	627,8092	273,7416
18	6,21	123,0181	734,6700	300,1332
19	6,57	133,1790	851,5386	327,5767
20	6,93	143,6647	978,8025	356,0351
21	7,30	154,4755	1116,7919	385,1873

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,09	1,1221	24,3475
3	0,18	4,4715	48,4189
4	0,28	10,0227	72,2143
5	0,37	17,7504	95,7337
6	0,46	27,6293	118,9771
7	0,55	39,6338	141,9445
8	0,64	53,7386	164,6358
9	0,74	69,9183	187,0512
10	0,83	88,1475	209,1905
11	0,92	108,4009	231,0538

Sollecitazioni fondazione di monte

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 183 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,45	-16,1379	-70,4481
3	0,90	-62,2548	-133,2395
4	1,35	-134,9050	-188,3742
5	1,80	-230,6431	-235,8524
6	2,25	-346,0236	-275,6738
7	2,70	-477,6010	-307,8386
8	3,15	-621,9299	-332,3468
9	3,60	-775,5647	-349,1984
10	4,05	-935,0599	-358,3932
11	4,50	-1096,9701	-359,9315

COMBINAZIONE n° 2
Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	472,2762	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	450,4178	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	142,0162	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 5,23	[m]	Y	=	-4,76
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,50	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60,11	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 5,23	[m]	Y	=	-8,60
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	754,9105	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,84	[m]	Y	=	-3,33

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	450,4178	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1263,5236	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-31,1820	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1263,5236	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	450,4178	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,67	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,65	[m]
Risultante in fondazione	1341,4052	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,62	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	848,8918	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	5539,2667	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,65	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	305,27	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	74,82	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,61$	$i_q = 0,61$	$i_\gamma = 0,19$

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 184 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Fattori profondità

$$d_c = 1,08$$

$$d_q = 1,04$$

$$d_\gamma = 1,04$$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 30.32$$

$$N'_q = 21.13$$

$$N'_\gamma = 7.44$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

0.95

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

4.38

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 185 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,36	4,6368	1,1109	6,3173
3	0,73	9,5986	5,1111	15,2354
4	1,09	14,8853	12,7072	25,2927
5	1,46	20,4970	24,2266	36,2436
6	1,82	26,4335	40,0544	48,3213
7	2,19	32,6951	60,6028	61,4936
8	2,55	39,2816	86,2731	75,7399
9	2,92	46,1930	117,4613	91,0510
10	3,29	53,4293	154,5610	107,4222
11	3,65	60,9906	197,9646	124,8507
12	4,01	68,8769	248,0637	143,3350
13	4,38	77,0881	305,2494	162,8740
14	4,75	85,6242	369,9200	183,7739
15	5,11	94,4853	444,0004	215,0114
16	5,47	103,6713	530,5735	248,1153
17	5,84	113,1822	627,8092	273,7416
18	6,21	123,0181	734,6700	300,1332
19	6,57	133,1790	851,5386	327,5767
20	6,93	143,6647	978,8025	356,0354
21	7,30	154,4755	1116,7922	385,1889

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,09	1,1525	25,0055
3	0,18	4,5920	49,7176
4	0,28	10,2915	74,1364
5	0,37	18,2241	98,2617
6	0,46	28,3627	122,0938
7	0,55	40,6804	145,6324
8	0,64	55,1501	168,8777
9	0,74	71,7449	191,8296
10	0,83	90,4377	214,4882
11	0,92	111,2017	236,8534

Sollecitazioni fondazione di monte

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 186 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,45	-16,7531	-73,1127
3	0,90	-64,5907	-138,1537
4	1,35	-139,8806	-195,1228
5	1,80	-238,9905	-244,0202
6	2,25	-358,2880	-284,8459
7	2,70	-494,1410	-317,5998
8	3,15	-642,9170	-342,2819
9	3,60	-800,9839	-358,8922
10	4,05	-964,7093	-367,4308
11	4,50	-1130,4609	-367,8976

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	355,9408	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	339,4668	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	107,0335	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 5,23	[m]	Y	=	-4,82
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,50	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,74	[°]			
Incremento sismico della spinta	188,4796	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 5,23	[m]	Y	=	-4,82
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51,80	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 5,23	[m]	Y	=	-8,60
	[m]				
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	754,9105	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,84	[m]	Y	=	-3,33
	[m]				
Inerzia del muro	62,9834	[kN]			
Inerzia verticale del muro	31,4917	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	129,6978	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	64,8489	[kN]			
Risultanti					
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	711,9041	[kN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1381,5583	[kN]			
Resistenza passiva a valle del muro	-31,1820	[kN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1381,5583	[kN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	711,9041	[kN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,30	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	6,06	[m]			
Risultante in fondazione	1554,1914	[kN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27,26	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1801,8121	[kNm]			
Carico ultimo della fondazione	2269,6621	[kN]			
Tensioni sul terreno					
Lunghezza fondazione reagente	6,06	[m]			
Tensione terreno allo spigolo di valle	455,93	[kPa]			

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 187 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Tensione terreno allo spigolo di monte

0,00

[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante

$$N_c = 46.12$$

$$N_q = 33.30$$

$$N_\gamma = 37.15$$

Fattori forma

$$s_c = 1,00$$

$$s_q = 1,00$$

$$s_\gamma = 1,00$$

Fattori inclinazione

$$i_c = 0,49$$

$$i_q = 0,49$$

$$i_\gamma = 0,05$$

Fattori profondità

$$d_c = 1,08$$

$$d_q = 1,04$$

$$d_\gamma = 1,04$$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 24.10$$

$$N'_q = 16.79$$

$$N'_\gamma = 1.88$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

0.66

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

1.64

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 188 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 3

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
 Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm
 Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN
 Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,36	4,6368	1,4168	8,0726
3	0,73	9,5986	6,4490	19,1965
4	1,09	14,8853	15,9299	31,6882
5	1,46	20,4970	30,2561	45,2651
6	1,82	26,4335	49,8905	60,1955
7	2,19	32,6951	75,3275	76,4424
8	2,55	39,2816	107,0485	93,9822
9	2,92	46,1930	145,5293	112,8042
10	3,29	53,4293	191,2426	132,9030
11	3,65	60,9906	244,6599	154,2754
12	4,01	68,8769	306,2516	176,9196
13	4,38	77,0881	376,4878	200,8344
14	4,75	85,6242	455,8464	226,3724
15	5,11	94,4853	546,5641	263,8725
16	5,47	103,6713	652,2111	303,5782
17	5,84	113,1822	770,6991	334,7274
18	6,21	123,0181	900,8524	366,8137
19	6,57	133,1790	1043,1315	400,1675
20	6,93	143,6647	1198,0020	434,7461
21	7,30	154,4755	1365,8638	470,1794

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 3

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,09	1,7849	38,6950
3	0,18	7,1004	76,7532
4	0,28	15,8879	114,1747
5	0,37	28,0890	150,9594
6	0,46	43,6449	187,1074
7	0,55	62,4972	222,6186
8	0,64	84,5872	257,4930
9	0,74	109,8564	291,7307
10	0,83	138,2461	325,3316
11	0,92	169,6979	358,2958

Sollecitazioni fondazione di monte

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 189 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Combinazione n° 3

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,45	-19,8639	-88,1490
3	0,90	-78,8327	-171,8321
4	1,35	-172,1393	-240,1898
5	1,80	-292,5969	-292,5032
6	2,25	-432,9856	-328,7723
7	2,70	-586,0853	-348,9971
8	3,15	-744,6763	-353,1775
9	3,60	-901,5385	-341,3137
10	4,05	-1049,4519	-313,4055
11	4,50	-1181,1967	-269,4530

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	355,9408	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	339,4668	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	107,0335	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 5,23	[m]	Y	=	-4,82
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,50	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,74	[°]			
Incremento sismico della spinta	133,0251	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 5,23	[m]	Y	=	-4,82
	[m]				
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50,11	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 5,23	[m]	Y	=	-8,60
	[m]				
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	754,9105	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,84	[m]	Y	=	-3,33
	[m]				
Inerzia del muro	62,9834	[kN]			
Inerzia verticale del muro	-31,4917	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	129,6978	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-64,8489	[kN]			
Risultanti					
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	659,0163	[kN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1172,2017	[kN]			
Resistenza passiva a valle del muro	-31,1820	[kN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1172,2017	[kN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	659,0163	[kN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,47	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	5,55	[m]			
Risultante in fondazione	1344,7525	[kN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	29,34	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1727,2656	[kNm]			
Carico ultimo della fondazione	1757,8150	[kN]			
Tensioni sul terreno					
Lunghezza fondazione reagente	5,55	[m]			
Tensione terreno allo spigolo di valle	422,23	[kPa]			

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 190 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Tensione terreno allo spigolo di monte

0,00

[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante

$$N_c = 46.12$$

$$N_q = 33.30$$

$$N_\gamma = 37.15$$

Fattori forma

$$s_c = 1,00$$

$$s_q = 1,00$$

$$s_\gamma = 1,00$$

Fattori inclinazione

$$i_c = 0,45$$

$$i_q = 0,45$$

$$i_\gamma = 0,03$$

Fattori profondità

$$d_c = 1,08$$

$$d_q = 1,04$$

$$d_\gamma = 1,04$$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 22.52$$

$$N'_q = 15.69$$

$$N'_\gamma = 1.01$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

0.61

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

1.50

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 191 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,36	4,6368	1,2874	7,3081
3	0,73	9,5986	5,8512	17,3527
4	1,09	14,8853	14,4399	28,6273
5	1,46	20,4970	27,4111	40,8789
6	1,82	26,4335	45,1819	54,3477
7	2,19	32,6951	68,1975	69,0006
8	2,55	39,2816	96,8915	84,8163
9	2,92	46,1930	131,6925	101,7854
10	3,29	53,4293	173,0263	119,9029
11	3,65	60,9906	221,3175	139,1661
12	4,01	68,8769	276,9900	159,5734
13	4,38	77,0881	340,4671	181,1236
14	4,75	85,6242	412,1795	204,1323
15	5,11	94,4853	494,1314	237,8522
16	5,47	103,6713	589,5208	273,5516
17	5,84	113,1822	696,4815	301,5996
18	6,21	123,0181	813,9641	330,4921
19	6,57	133,1790	942,3836	360,5247
20	6,93	143,6647	1082,1593	391,6592
21	7,30	154,4755	1233,6519	423,5646

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,09	1,6421	35,5914
3	0,18	6,5291	70,5392
4	0,28	14,6016	104,8433
5	0,37	25,8005	138,5038
6	0,46	40,0666	171,5206
7	0,55	57,3406	203,8937
8	0,64	77,5633	235,6233
9	0,74	100,6755	266,7091
10	0,83	126,6180	297,1514
11	0,92	155,3316	326,9500

Sollecitazioni fondazione di monte

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 192 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,45	-19,8639	-88,1490
3	0,90	-79,2126	-175,4880
4	1,35	-177,4745	-259,5687
5	1,80	-310,4889	-328,9047
6	2,25	-471,0574	-382,0314
7	2,70	-651,8858	-418,9490
8	3,15	-845,6801	-439,6574
9	3,60	-1045,1461	-444,1566
10	4,05	-1242,9897	-432,4466
11	4,50	-1431,9167	-404,5274

COMBINAZIONE n° 5
Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	355,9408	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	339,4668	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	107,0335	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 5,23	[m]	Y	=	-4,82
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,50	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,74	[°]			
Incremento sismico della spinta	188,4796	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 5,23	[m]	Y	=	-4,82
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51,80	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 5,23	[m]	Y	=	-8,60
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	754,9105	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,84	[m]	Y	=	-3,33
Inerzia del muro	62,9834	[kN]			
Inerzia verticale del muro	31,4917	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	129,6978	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	64,8489	[kN]			
Risultanti					
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	711,9041	[kN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1381,5583	[kN]			
Resistenza passiva a valle del muro	-31,1820	[kN]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1381,5583	[kN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	711,9041	[kN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1,30	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	6,06	[m]			
Risultante in fondazione	1554,1914	[kN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27,26	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1801,8121	[kNm]			
Carico ultimo della fondazione	2269,6621	[kN]			
Tensioni sul terreno					
Lunghezza fondazione reagente	6,06	[m]			

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 193 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Tensione terreno allo spigolo di valle
 Tensione terreno allo spigolo di monte

455,93 [kPa]
 0,00 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante

$$N_c = 46.12$$

$$N_q = 33.30$$

$$N_\gamma = 37.15$$

Fattori forma

$$s_c = 1,00$$

$$s_q = 1,00$$

$$s_\gamma = 1,00$$

Fattori inclinazione

$$i_c = 0,49$$

$$i_q = 0,49$$

$$i_\gamma = 0,05$$

Fattori profondità

$$d_c = 1,08$$

$$d_q = 1,04$$

$$d_\gamma = 1,04$$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 24.10$$

$$N'_q = 16.79$$

$$N'_\gamma = 1.88$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

0.66

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

1.64

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 194 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
 Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm
 Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN
 Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,36	4,6368	1,4168	8,0726
3	0,73	9,5986	6,4490	19,1965
4	1,09	14,8853	15,9299	31,6882
5	1,46	20,4970	30,2561	45,2651
6	1,82	26,4335	49,8905	60,1955
7	2,19	32,6951	75,3275	76,4424
8	2,55	39,2816	107,0485	93,9822
9	2,92	46,1930	145,5293	112,8042
10	3,29	53,4293	191,2426	132,9030
11	3,65	60,9906	244,6599	154,2754
12	4,01	68,8769	306,2516	176,9196
13	4,38	77,0881	376,4878	200,8344
14	4,75	85,6242	455,8464	226,3724
15	5,11	94,4853	546,5641	263,8725
16	5,47	103,6713	652,2111	303,5782
17	5,84	113,1822	770,6991	334,7274
18	6,21	123,0181	900,8524	366,8137
19	6,57	133,1790	1043,1315	400,1675
20	6,93	143,6647	1198,0020	434,7461
21	7,30	154,4755	1365,8638	470,1794

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,09	1,7849	38,6950
3	0,18	7,1004	76,7532
4	0,28	15,8879	114,1747
5	0,37	28,0890	150,9594
6	0,46	43,6449	187,1074
7	0,55	62,4972	222,6186
8	0,64	84,5872	257,4930
9	0,74	109,8564	291,7307
10	0,83	138,2461	325,3316
11	0,92	169,6979	358,2958

Sollecitazioni fondazione di monte

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 195 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,45	-19,8639	-88,1490
3	0,90	-78,8327	-171,8321
4	1,35	-172,1393	-240,1898
5	1,80	-292,5969	-292,5032
6	2,25	-432,9856	-328,7723
7	2,70	-586,0853	-348,9971
8	3,15	-744,6763	-353,1775
9	3,60	-901,5385	-341,3137
10	4,05	-1049,4519	-313,4055
11	4,50	-1181,1967	-269,4530

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	355,9408	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	339,4668	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	107,0335	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 5,23	[m]	Y	=	-4,82
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,50	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,74	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 5,23	[m]	Y	=	-8,60
	[m]				
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	754,9105	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,84	[m]	Y	=	-3,33
	[m]				

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	339,4668	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1228,5408	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-31,1820	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1228,5408	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	339,4668	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,42	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,65	[m]
Risultante in fondazione	1274,5785	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,45	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	520,3499	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	8216,6301	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,65	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	255,41	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	114,15	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,69$	$i_q = 0,69$	$i_\gamma = 0,31$
Fattori profondità	$d_c = 1,04$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 196 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 34.03$$

$$N'_q = 23.71$$

$$N'_\gamma = 12.03$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

1.23

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

6.69

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 197 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 6

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
 Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm
 Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN
 Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,36	4,6368	0,8642	4,8595
3	0,73	9,5986	3,9712	11,7195
4	1,09	14,8853	9,8658	19,4559
5	1,46	20,4970	18,8015	27,8797
6	1,82	26,4335	31,0756	37,1702
7	2,19	32,6951	47,0067	47,3027
8	2,55	39,2816	66,9048	58,2614
9	2,92	46,1930	91,0760	70,0392
10	3,29	53,4293	119,8244	82,6324
11	3,65	60,9906	153,4532	96,0390
12	4,01	68,8769	192,2649	110,2577
13	4,38	77,0881	236,5619	125,2877
14	4,75	85,6242	286,6519	141,3645
15	5,11	94,4853	344,0169	165,3933
16	5,47	103,6713	411,0298	190,8579
17	5,84	113,1822	486,2843	210,5705
18	6,21	123,0181	568,9834	230,8717
19	6,57	133,1790	659,4233	251,9821
20	6,93	143,6647	757,9030	273,8732
21	7,30	154,4755	864,6781	296,2979

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 6

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,09	0,9433	20,4755
3	0,18	3,7620	40,7712
4	0,28	8,4396	60,8871
5	0,37	14,9597	80,8232
6	0,46	23,3056	100,5794
7	0,55	33,4608	120,1558
8	0,64	45,4088	139,5524
9	0,74	59,1329	158,7691
10	0,83	74,6168	177,8060
11	0,92	91,8437	196,6631

Sollecitazioni fondazione di monte

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 198 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Combinazione n° 6

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,45	-7,9833	-34,6294
3	0,90	-30,3996	-64,1464
4	1,35	-64,9483	-88,5512
5	1,80	-109,3288	-107,8435
6	2,25	-161,2406	-122,0236
7	2,70	-218,3832	-131,0913
8	3,15	-278,4559	-135,0467
9	3,60	-339,1584	-133,8898
10	4,05	-398,1899	-127,6205
11	4,50	-453,2500	-116,2389

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	360,7042	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	344,0097	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	108,4658	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 5,23	[m]	Y	=	-4,78
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,50	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59,99	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 5,23	[m]	Y	=	-8,60
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	754,9105	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,84	[m]	Y	=	-3,33

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	344,0097	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1229,9732	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-31,1820	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1229,9732	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	344,0097	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,44	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,65	[m]
Risultante in fondazione	1277,1753	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,63	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	545,3838	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	8059,1609	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,65	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	259,02	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	110,97	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,68$	$i_q = 0,68$	$i_\gamma = 0,31$
Fattori profondità	$d_c = 1,04$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 199 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 33.86$$

$$N'_q = 23.59$$

$$N'_\gamma = 11.81$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

1.22

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

6.55

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 200 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 7

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,36	4,6368	0,8642	4,8595
3	0,73	9,5986	3,9712	11,7195
4	1,09	14,8853	9,8658	19,4559
5	1,46	20,4970	18,8015	27,8797
6	1,82	26,4335	31,0756	37,1702
7	2,19	32,6951	47,0067	47,3027
8	2,55	39,2816	66,9048	58,2614
9	2,92	46,1930	91,0760	70,0392
10	3,29	53,4293	119,8244	82,6324
11	3,65	60,9906	153,4532	96,0390
12	4,01	68,8769	192,2649	110,2577
13	4,38	77,0881	236,5619	125,2877
14	4,75	85,6242	286,6519	141,3645
15	5,11	94,4853	344,0169	165,3933
16	5,47	103,6713	411,0298	190,8579
17	5,84	113,1822	486,2843	210,5705
18	6,21	123,0181	568,9834	230,8717
19	6,57	133,1790	659,4233	251,9821
20	6,93	143,6647	757,9030	273,8733
21	7,30	154,4755	864,6783	296,2987

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 7

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,09	0,9584	20,8036
3	0,18	3,8221	41,4188
4	0,28	8,5737	61,8455
5	0,37	15,1959	82,0837
6	0,46	23,6713	102,1334
7	0,55	33,9826	121,9947
8	0,64	46,1125	141,6674
9	0,74	60,0437	161,1517
10	0,83	75,7587	180,4475
11	0,92	93,2402	199,5549

Sollecitazioni fondazione di monte

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 201 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Combinazione n° 7

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,45	-8,2900	-35,9580
3	0,90	-31,5643	-66,5967
4	1,35	-67,4292	-91,9161
5	1,80	-113,4909	-111,9162
6	2,25	-167,3558	-126,5969
7	2,70	-226,6302	-135,9583
8	3,15	-288,9204	-140,0005
9	3,60	-351,8327	-138,7233
10	4,05	-412,9735	-132,1267
11	4,50	-469,9489	-120,2109

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	362,3029	[kN]			
Componente orizzontale della spinta statica	345,5345	[kN]			
Componente verticale della spinta statica	108,9466	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 5,23	[m]	Y	=	-4,77
	[m]				
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17,50	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60,05	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 5,23	[m]	Y	=	-8,60
	[m]				
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	754,9105	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2,84	[m]	Y	=	-3,33
	[m]				

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	345,5345	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1230,4540	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-31,1820	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1230,4540	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	345,5345	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,45	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,65	[m]
Risultante in fondazione	1278,0497	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,69	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	553,7863	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	8006,9239	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,65	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	260,24	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	109,90	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,68$	$i_q = 0,68$	$i_\gamma = 0,30$
Fattori profondità	$d_c = 1,08$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 202 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 33.81$$

$$N'_q = 23.55$$

$$N'_\gamma = 11.74$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

1.21

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

6.51

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 203 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 8

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro
 Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm
 Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN
 Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,36	4,6368	0,8642	4,8595
3	0,73	9,5986	3,9712	11,7195
4	1,09	14,8853	9,8658	19,4559
5	1,46	20,4970	18,8015	27,8797
6	1,82	26,4335	31,0756	37,1702
7	2,19	32,6951	47,0067	47,3027
8	2,55	39,2816	66,9048	58,2614
9	2,92	46,1930	91,0760	70,0392
10	3,29	53,4293	119,8244	82,6324
11	3,65	60,9906	153,4532	96,0390
12	4,01	68,8769	192,2649	110,2577
13	4,38	77,0881	236,5619	125,2877
14	4,75	85,6242	286,6519	141,3645
15	5,11	94,4853	344,0169	165,3933
16	5,47	103,6713	411,0298	190,8579
17	5,84	113,1822	486,2843	210,5705
18	6,21	123,0181	568,9834	230,8717
19	6,57	133,1790	659,4233	251,9821
20	6,93	143,6647	757,9030	273,8733
21	7,30	154,4755	864,6783	296,2990

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 8

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,09	0,9635	20,9138
3	0,18	3,8423	41,6362
4	0,28	8,6187	62,1672
5	0,37	15,2752	82,5068
6	0,46	23,7941	102,6550
7	0,55	34,1578	122,6119
8	0,64	46,3488	142,3773
9	0,74	60,3494	161,9514
10	0,83	76,1420	181,3341
11	0,92	93,7090	200,5255

Sollecitazioni fondazione di monte

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 204 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Combinazione n° 8

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,45	-8,3930	-36,4040
3	0,90	-31,9552	-67,4191
4	1,35	-68,2619	-93,0455
5	1,80	-114,8879	-113,2831
6	2,25	-169,4084	-128,1319
7	2,70	-229,3983	-137,5919
8	3,15	-292,4328	-141,6632
9	3,60	-356,0868	-140,3456
10	4,05	-417,9355	-133,6393
11	4,50	-475,5539	-121,5441

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 205 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo Sollecitazioni paramento

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,36	4,6368	4,6368	1,1109	1,4168	6,3173	8,0726
3	0,73	9,5986	9,5986	5,1111	6,4490	15,2354	19,1965
4	1,09	14,8853	14,8853	12,7072	15,9299	25,2927	31,6882
5	1,46	20,4970	20,4970	24,2266	30,2561	36,2436	45,2651
6	1,82	26,4335	26,4335	40,0544	49,8905	48,3213	60,1955
7	2,19	32,6951	32,6951	60,6028	75,3275	61,4936	76,4424
8	2,55	39,2816	39,2816	86,2731	107,0485	75,7399	93,9822
9	2,92	46,1930	46,1930	117,4613	145,5293	91,0510	112,8042
10	3,29	53,4293	53,4293	154,5610	191,2426	107,4222	132,9030
11	3,65	60,9906	60,9906	197,9646	244,6599	124,8507	154,2754
12	4,01	68,8769	68,8769	248,0637	306,2516	143,3350	176,9196
13	4,38	77,0881	77,0881	305,2494	376,4878	162,8740	200,8344
14	4,75	85,6242	85,6242	369,9200	455,8464	183,7739	226,3724
15	5,11	94,4853	94,4853	444,0004	546,5641	215,0114	263,8725
16	5,47	103,6713	103,6713	530,5735	652,2111	248,1153	303,5782
17	5,84	113,1822	113,1822	627,8092	770,6991	273,7416	334,7274
18	6,21	123,0181	123,0181	734,6700	900,8524	300,1332	366,8137
19	6,57	133,1790	133,1790	851,5386	1043,1315	327,5767	400,1675
20	6,93	143,6647	143,6647	978,8025	1198,0020	356,0351	434,7461
21	7,30	154,4755	154,4755	1116,7919	1365,8638	385,1873	470,1794

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,36	4,6368	4,6368	0,8642	0,8642	4,8595	4,8595
3	0,73	9,5986	9,5986	3,9712	3,9712	11,7195	11,7195
4	1,09	14,8853	14,8853	9,8658	9,8658	19,4559	19,4559
5	1,46	20,4970	20,4970	18,8015	18,8015	27,8797	27,8797
6	1,82	26,4335	26,4335	31,0756	31,0756	37,1702	37,1702
7	2,19	32,6951	32,6951	47,0067	47,0067	47,3027	47,3027
8	2,55	39,2816	39,2816	66,9048	66,9048	58,2614	58,2614
9	2,92	46,1930	46,1930	91,0760	91,0760	70,0392	70,0392
10	3,29	53,4293	53,4293	119,8244	119,8244	82,6324	82,6324
11	3,65	60,9906	60,9906	153,4532	153,4532	96,0390	96,0390
12	4,01	68,8769	68,8769	192,2649	192,2649	110,2577	110,2577
13	4,38	77,0881	77,0881	236,5619	236,5619	125,2877	125,2877
14	4,75	85,6242	85,6242	286,6519	286,6519	141,3645	141,3645
15	5,11	94,4853	94,4853	344,0169	344,0169	165,3933	165,3933
16	5,47	103,6713	103,6713	411,0298	411,0298	190,8579	190,8579
17	5,84	113,1822	113,1822	486,2843	486,2843	210,5705	210,5705
18	6,21	123,0181	123,0181	568,9834	568,9834	230,8717	230,8717
19	6,57	133,1790	133,1790	659,4233	659,4233	251,9821	251,9821
20	6,93	143,6647	143,6647	757,9030	757,9030	273,8732	273,8732
21	7,30	154,4755	154,4755	864,6781	864,6781	296,2979	296,2990

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,09	1,1221	1,7849	24,3475	38,6950
3	0,18	4,4715	7,1004	48,4189	76,7532
4	0,28	10,0227	15,8879	72,2143	114,1747
5	0,37	17,7504	28,0890	95,7337	150,9594
6	0,46	27,6293	43,6449	118,9771	187,1074
7	0,55	39,6338	62,4972	141,9445	222,6186
8	0,64	53,7386	84,5872	164,6358	257,4930
9	0,74	69,9183	109,8564	187,0512	291,7307
10	0,83	88,1475	138,2461	209,1905	325,3316
11	0,92	108,4009	169,6979	231,0538	358,2958

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,09	0,9433	0,9635	20,4755	20,9138
3	0,18	3,7620	3,8423	40,7712	41,6362
4	0,28	8,4396	8,6187	60,8871	62,1672
5	0,37	14,9597	15,2752	80,8232	82,5068
6	0,46	23,3056	23,7941	100,5794	102,6550
7	0,55	33,4608	34,1578	120,1558	122,6119
8	0,64	45,4088	46,3488	139,5524	142,3773
9	0,74	59,1329	60,3494	158,7691	161,9514
10	0,83	74,6168	76,1420	177,8060	181,3341
11	0,92	91,8437	93,7090	196,6631	200,5255

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte
 Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]
 Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,45	-19,8639	-16,1379	-88,1490	-70,4481
3	0,90	-79,2126	-62,2548	-175,4880	-133,2395
4	1,35	-177,4745	-134,9050	-259,5687	-188,3742
5	1,80	-310,4889	-230,6431	-328,9047	-235,8524
6	2,25	-471,0574	-346,0236	-382,0314	-275,6738
7	2,70	-651,8858	-477,6010	-418,9490	-307,8386
8	3,15	-845,6801	-621,9299	-439,6574	-332,3468
9	3,60	-1045,1461	-775,5647	-444,1566	-341,3137
10	4,05	-1242,9897	-935,0599	-432,4466	-313,4055
11	4,50	-1431,9167	-1096,9701	-404,5274	-269,4530

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

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

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 207 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,45	-8,3930	-7,9833	-36,4040	-34,6294
3	0,90	-31,9552	-30,3996	-67,4191	-64,1464
4	1,35	-68,2619	-64,9483	-93,0455	-88,5512
5	1,80	-114,8879	-109,3288	-113,2831	-107,8435
6	2,25	-169,4084	-161,2406	-128,1319	-122,0236
7	2,70	-229,3983	-218,3832	-137,5919	-131,0913
8	3,15	-292,4328	-278,4559	-141,6632	-135,0467
9	3,60	-356,0868	-339,1584	-140,3456	-133,8898
10	4,05	-417,9355	-398,1899	-133,6393	-127,6205
11	4,50	-475,5539	-453,2500	-121,5441	-116,2389

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OM7400	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 208 di 208
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	--------------------	-------------------	-----------	-------------------------------

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calculatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	10.20
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	Progin S.p.A.
Licenza	AIU5041GP

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.