

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

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

### PROGETTO ESECUTIVO

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

PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese Mandataria:			
			

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

<b>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b>  Ing. Iginio Farotti		
--	--	--

<b>2.1.3 - PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S. 77 a Muccia <b>OPERE D'ARTE MAGGIORI: GALLERIE ARTIFICIALI E SPINGITUBO</b> Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova marche-Fabriano Relazione di Calcolo	SCALA:  DATA:  Marzo 2020
---	---------------------------------------

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

Codice Elaborato:	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. Doc.	N. prog.	Rev
	L0703	213	E	01	ST0300	REL	01	A

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto	Controllato	Approvato
A	Marzo 2020	Emissione PE	PROGIN A. Falace	R. Piccirillo	A. Grimaldi

## I N D I C E

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
1.1 UNITÀ DI MISURA.....	4
<b>2. DESCRIZIONE DELL'OPERA .....</b>	<b>5</b>
<b>3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	<b>7</b>
4.1 CALCESTRUZZO .....	7
4.2 ACCIAIO PER ARMATURE .....	8
4.3 COPRIFERRI.....	9
<b>5. INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....</b>	<b>9</b>
5.1 INTERAZIONE TERRENO-FONDAZIONE .....	10
<b>6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....</b>	<b>11</b>
<b>7. CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA DELL'OPERA .....</b>	<b>14</b>
7.1 ANALISI DEI CARICHI .....	14
7.1.1 Peso proprio.....	14
7.1.2 Permanenti.....	14
7.1.3 Spinta del terreno .....	15
7.1.4 Spinta in presenza di falda .....	16
7.1.5 Variazioni termiche della struttura.....	17
7.1.6 Ritiro e viscosità .....	17
7.1.7 Carichi ferroviari ( q1 ).....	17
7.1.7.1 <i>Incremento Dinamico dei Carichi Mobili dovuto ad Azioni Dinamiche</i> .....	18
7.1.7.2 <i>Carichi sul rilevato</i> .....	18
7.1.7.3 <i>Azioni di avviamento/frenatura</i> .....	19
7.1.8 Azioni Sismiche .....	19
7.1.9 Forze d'inerzia .....	19
7.1.10 Spinta sismica terreno.....	20
7.2 COMBINAZIONI DI CARICO.....	21
7.3 VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI.....	26
7.3.1 VERIFICA SLE.....	26
7.3.2 Verifiche delle tensioni .....	26
7.3.3 Verifiche a fessurazione.....	27
7.3.4 VERIFICHE ALLO SLU.....	28
7.3.5 Pressoflessione.....	28
7.3.6 Taglio.....	29
7.4 VERIFICHE GEOTECNICHE (CARICO LIMITE).....	31
<b>8. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO .....</b>	<b>32</b>
<b>9. RISULTATI ANALISI E VERIFICHE SCATOLARE 13.30X7.60 .....</b>	<b>34</b>
9.1 MODELLO DI CALCOLO .....	35
9.2 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO.....	38
9.3 ARMATURE DI PROGETTO.....	41
9.4 VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE.....	42
9.4.1 VERIFICHE ALLO SLU.....	43
9.4.2 Verifiche a pressoflessione.....	43
9.4.3 Verifiche a taglio .....	44
9.4.4 VERIFICHE ALLO SLE.....	44

## 2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 3 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

9.4.5	Verifiche a fessurazione.....	47
9.4.6	Verifica delle tensioni .....	50
9.5	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	51
	<b>ALLEGATO 1.....</b>	<b>53</b>
	<b>TABULATI DI CALCOLO SCAT .....</b>	<b>53</b>

## 1. PREMESSA

Il presente documento rientra nell'ambito della redazione degli Elaborati tecnici di Progetto Esecutivo della strada Pedemontana Marchigiana, che costituisce l'elemento di completamento tra le due direttrici "S.S.76" Valnerina e "S.S.77" Val di Chienti, relativamente agli stralci funzionali n°3 (Svincolo di Castelraimondo nord – Svincolo di Castelraimondo sud) e n°4 (Svincolo di Castelraimondo sud - innesto con la S.S. 77 a Muccia)

Oggetto della trattazione nel seguito esposta è in particolare il dimensionamento strutturale e geotecnico del manufatto scatolare da realizzare, mediante varo a spinta, in corrispondenza dell'interferenza del tracciato di progetto con la Linea Fs Esistente Civitanova Marche – Fabriano.

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

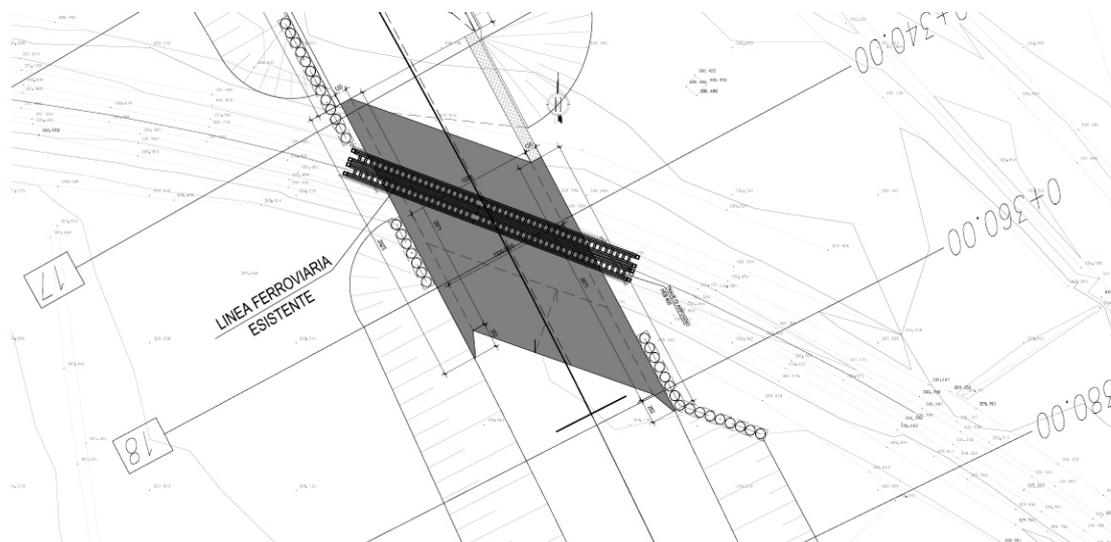
Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

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

## 2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Nel presente paragrafo si riporta una descrizione sintetica dell'opera cui fanno riferimento le analisi strutturali e geotecniche esposte nel seguito del documento.

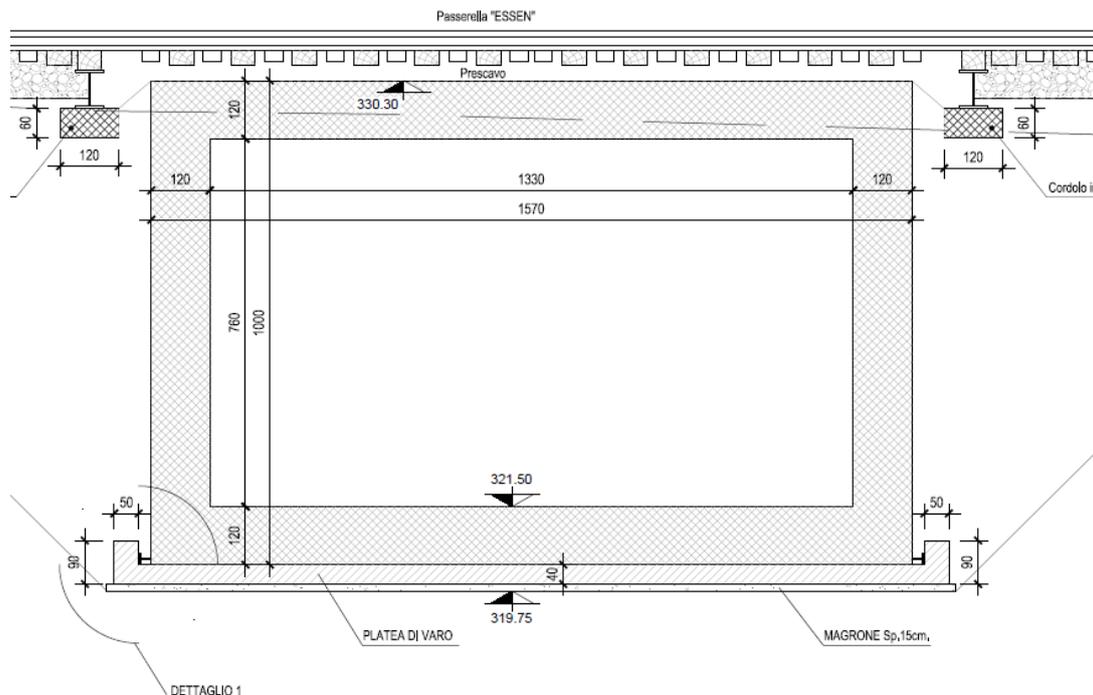
Si tratta in particolare di un sottovia scatolare da realizzarsi mediante varo a spinta al fine di risolvere l'interferenza del tracciato stradale di progetto con la linea Ferroviaria esistente Civitanova Marche-Fabriano, tra le pk 0+320 e 0+360 circa; nel seguito si riporta uno stralcio planimetrico della zona del tracciato in questione.



Stralcio Planimetrico opera Spingitubo

Come evidente dallo stralcio di figura precedente, il tracciato stradale di progetto interseca la linea ferroviaria esistente con un angolo di inclinazione di circa 40°; come già anticipato, la struttura scatolare sede di locale alloggiamento del corpo stradale in progetto, sarà realizzata completamente fuori opera e successivamente posta in posizione di progetto mediante operazione di varo a spinta che avverrà in presenza di traffico ferroviario a regime ridotto, previa installazione di opportuna struttura di sostegno dei Binari (Ponte Essen).

La struttura scatolare presenta delle dimensioni nette interne pari a 13,30m (larghezza in retto, riferita cioè alla direzione ortogonale all'asse di progetto del tracciato stradale) x 7,60m (altezza), ed uno spessore strutturale costante sia per parte in fondazione che per quella in elevazione e pari nello specifico ad 1,20m; di seguito si riporta la sezione tipologica trasversale:



Sezione tipologica dell'opera

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici specifici dell'opera.

### 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

## 4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Nel paragrafi seguenti si riportano le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione delle parti strutturali dell'opera determinate seguendo a riguardo le relative specifiche di cui a paragrafi par. 4.1.2.1 e 11.2.10 del DM 14.01.08:

### 4.1 CALCESTRUZZO

Essendo l'opera da realizzare quasi completamente interrata, si prevede l'impiego della classe di Calcestruzzo prevista per la realizzazione delle Gallerie Artificiali

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 $\cdot$  $R_{ck}$ )

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 $\cdot$  $f_{ck}/\gamma_c$ )

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$f_{ctd} = 1.45$  MPa ( $f_{ctk,0,05} / \gamma_c$ )

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$f_{ctd} = 1.74$  MPa 1,2 $\cdot$  $f_{ctd}$

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

Modulo di elasticità secante:

$E_{cm} = 33643$  MPa

Modulo di Poisson:

$$\alpha = 0,02$$

Coefficiente di dilatazione lineare

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

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

$$\alpha = 1,00$$

$$f_{bd} = 3,25 \text{ MPa} \quad (2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \alpha / \alpha_s)$$

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

$$\sigma_{cmax \text{ QP}} = (0,45 f_{ck}) = 13,28 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{cmax \text{ R}} = (0,60 f_{ck}) = 18,26 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

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

## 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:

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

Tensione caratteristica allo snervamento:

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

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

$$k = f_{tk}/f_{yk} = 1,20 \text{ MPa}$$

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

$$(A_{gt})_k = \alpha_{uk} = 7,5 \%$$

$$\alpha_{ud} = 0,9 \alpha_{uk} = 6,75 \%$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\alpha_c = 1,15$$

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 :

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

### 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, facendo riferimento alla condizioni più severe riferito alla soletta di fondazione dell'opera, per la quale risulta una **Classe di Esposizione XA2** e pertanto **Condizioni Ambientali "Aggressive"**, in relazione a quanto riportato in tabella 4.1.III del DM 14.01.08, per la classe di calcestruzzo prevista (C32/40) è prescritto un copriferro minimo  $c_{min} \geq 35\text{mm}$ .

In definitiva ai fini progettuali si è assunto **c=40mm** per tutte le parti dell'opera.

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

Nel presente paragrafo si riporta una descrizione delle caratteristiche geotecniche dei terreni interagenti con l'opera, desumibili dal profilo geotecnico di progetto:

**Terreno di Ricoprimento (spessore 1m da estradosso solettone superiore):**
 $\gamma_{\text{terr}}=20\text{kN/m}^3$       Peso Specifico;

 $\varphi=35^\circ$       Angolo di attrito;

 $c=0$       Coesione.

**Terreno di Rinfianco e Fondazione (Depositi eluvio colluviali limoso argillosi)**
 $\gamma = 18.5\div 20.5 \text{ kN/m}^3$       peso di volume naturale

 $\varphi' = 24\div 27^\circ$       angolo di resistenza al taglio

 $c' = 5\div 15 \text{ kPa}$       coesione drenata

 $\varphi_r' = 19\div 21^\circ$       angolo di resistenza al taglio residuo

 $c_r' = 0 \text{ kPa}$       coesione drenata residua

 $c_u = 50\div 160 \text{ kPa}$       resistenza al taglio in condizioni non drenate

 $E_o = 100\div 400 \text{ MPa}$       modulo di deformazione elastico iniziale

Riguardo il livello di **falda locale**, dal profilo Geotecnico risulta che la falda è generalmente posta a circa 5m dal P.C. Tenendo conto di tale aspetto nonché delle quote di progetto delle fondazioni delle opere desumibili dai relativi elaborati grafici, si è assunto ai fini del calcolo, un livello di falda a +5m dal piano di posa della fondazione

Per ulteriori dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale.

## 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;

- $\sigma_{v0}$  = tensione litostatica verticale alla quota di posa della fondazione;
- $\nu$  = 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:

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

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 collaborante pari a 25m:

$E(\text{KN/m}^2) =$	<b>200000,0</b>
$\nu =$	<b>0,3</b>
$B \text{ (m)} =$	<b>15,6</b>
$L \text{ (m)} \nu =$	<b>25,0</b>
$L/B =$	<b>1,60</b>

$$ct = 1,10$$

$$K_w = 12752 \text{ KN/m}^3 = 0,128 \text{ Mpa/cm} \quad \nu = 0,1 \text{ Mpa/cm}$$

Ai fini del calcolo, si è dunque assunto  $k_w = 0.1 \text{ MPa/cm}$

## 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:

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

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

- $a_g$ , accelerazione orizzontale massima del terreno

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 12 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

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

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

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

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

Vita nominale $V_N$	= 50 anni;
Classe d'uso	= III;
Coefficiente d'uso $C_u$	= 1.5;
Periodo di riferimento $V_R$	= 75 anni;
$T_{R,SLV}$	= 712 anni;
Comune	= Camerino;
$a_{g,SLV}$	= <b>0.220 g</b> ;
$F_{0,SLV}$	= <b>2.544</b> ;
$T_{c,SLV}^*$	= <b>0.333 sec.</b>

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 13 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	--------------------------

 Accelerazione ( $a_g$ ), fattore ( $F_0$ ) e periodo ( $T^*c$ ) per comune di riferimento

$V_R$ [anni]	Stato Limite	$PV_R$ -	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
75	SLO	81%	45	0.078	2.440	0.285
	SLD	63%	75	0.097	2.433	0.295
	SLV	10%	712	0.220	2.544	0.333
	SLC	5%	1462	0.277	2.584	0.343

Lo spettro di risposta elastico per la descrizione della componente orizzontale del moto sismico è infine costruito a partire dai parametri seguenti.

Categoria di suolo	= B;
Categoria topografica	= T1;
$S_s$ , fattore stratigrafico	= 1.176;
$S_T$ , fattore topografico	= 1.0;
$C_c$ , fattore correttivo del periodo $TC^*$	= 1.371.

## 7. CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA DELL'OPERA

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

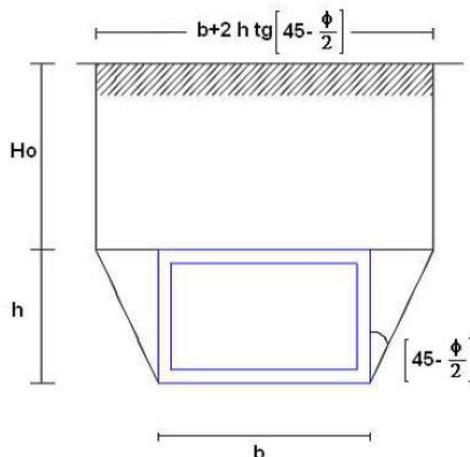
### 7.1 ANALISI DEI CARICHI

#### 7.1.1 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.  $\gamma_{cls} = 25 \text{ KN/m}^3$ .

#### 7.1.2 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  $\phi$  l'angolo di attrito e con  $\gamma$  il peso di volume del terreno di ricoprimento, le due espressioni sono le seguenti:

**Caso 1 )  $H_0 \leq 5 B_1$**

$$p_v = \frac{\gamma B_1 - C}{K \operatorname{tg} \phi} \left( 1 - e^{-K \frac{H_0}{B_1} \operatorname{tg} \phi} \right)$$

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  $\varphi$  è l'angolo di attrito dello strato di rinfilanco

### Caso 2) $H_0 > 5 B_1$

$$p_v = \frac{\gamma B_1 - C}{K \operatorname{tg} \varphi} \left( 1 - e^{-K \frac{H_1}{B_1} \operatorname{tg} \varphi} \right) + \gamma H_2 e^{-K \frac{H_1}{B_1} \operatorname{tg} \varphi}$$

essendo  $H_1$  la distanza, misurata dal piano orizzontale sul quale agisce la pressione, alla quale si estende l'effetto volta ( $H_1 = 5B_1$ ) e  $H_2$  la residua distanza sino al piano campagna. La somma  $H_1 + H_2$  è l'altezza del ricoprimento  $H_0$  cioè  $H_2 = H_0 - 5B_1$ .

### 7.1.3 Spinta del terreno

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

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  $\gamma$ , 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  $\alpha$  è l'angolo d'attrito del terreno,  $\beta$  rappresenta l'angolo che la parete forma con l'orizzontale ( $\beta = 90^\circ$  per parete verticale),  $\delta$  è l'angolo d'attrito terreno-parete,  $\phi$  è l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale.

La spinta risulta inclinata dell'angolo d'attrito terreno-parete  $\delta$  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 di significato per  $\alpha > \varphi$ .

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 de formativa 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  $\phi$  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.

#### 7.1.4 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 :

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

dove  $\gamma_{sat}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  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.

### 7.1.5 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  $-2.5^{\circ}\text{C}$  all'estradosso della soletta superiore, a  $+2.5^{\circ}\text{C}$  all'intradosso della soletta superiore;

### 7.1.6 Ritiro e viscosità

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

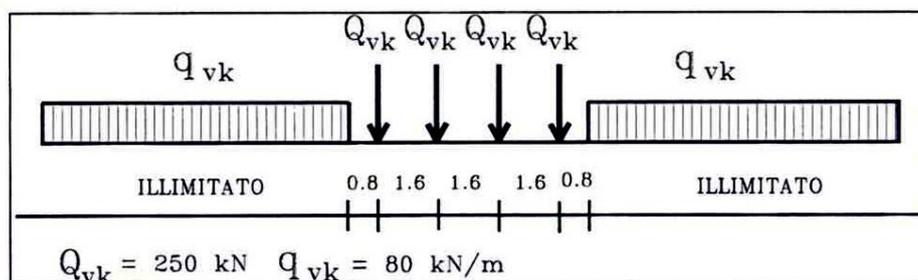
Nello specifico, si è assunto di modellare la deformazione da ritiro totale comprensiva anche degli effetti da deformazione viscosa, attraverso l'introduzione di un carico termico uniforme nella soletta superiore di  $-10^{\circ}\text{C}$ .

### 7.1.7 Carichi ferroviari ( q1 )

Per la determinazione delle azioni associate al transito dei convogli ferroviario previsti in soletta superiore, si analizzano di seguito di diversi schemi di carico associati ai modelli di treno di carico definiti al prg 5.2.2.3.1 del DM 14.01.08:

#### 1) treno di carico LM 71

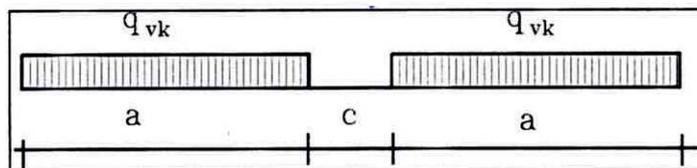
questo treno di carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale :



Treno di carico LM 71

quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1.60 m;

carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0.8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

**2) Treno di carico SW0 / SW2**


Tale carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante.

L'articolazione del carico è mostrata in fig. 6.3.2 e, per tale modello di carico, sono considerate due distinte configurazioni denominate SW/0 ed SW/2; le caratterizzazioni di entrambe queste configurazioni sono indicate in tab. 5.2.1 del DM 14.01.08:

Tipo di carico	$q_{vk}$ (kN/m)	s (m)	c (m)
<b>SW/0</b>	133	15.0	5.3
<b>SW/2</b>	150	25.0	7.0

In considerazione delle Luce dell'opera in esame, risulta maggiormente gravosa la configurazione di carico corrispondente al Treno tipo **SW2**, per cui, potendo considerare, in relazione ai ricoprimenti previsti, una fascia di ripartizione trasversale dei carichi di circa 3m, risulta un carico complessivo in soletta superiore pari a circa **50 kN/mq**.

**7.1.7.1 Incremento Dinamico dei Carichi Mobili dovuto ad Azioni Dinamiche**

L'entità dei carichi mobili deve essere maggiorata per tener conto degli effetti dinamici.

Per le usuali tipologie di ponti e per velocità di percorrenza non superiori a 250 km/h il coefficiente dinamico  $\phi$  assume il seguente valore:

$$\phi = \frac{1.44}{\sqrt{L\phi - 0.2}} + 0.82 \cong 1.25$$

Avendo considerato per  $L\phi$  la distanza netta tra i piedritti dello scatolare.

**7.1.7.2 Carichi sul rilevato**

La spinta delle terre dovuta all'azione dei sovraccarichi accidentali posti sul rilevato a tergo dei piedritti dello scatolare viene valutata con riferimento ai carichi ferroviari verticali precedentemente esaminati.

### 7.1.7.3 Azioni di avviamento/frenatura

Tali azioni agiscono sulla sommità del binario in direzione longitudinale. I valori caratteristici da considerare sono:

avviamento:  $Q_{la,k} = 33 \text{ [kN/m]} \cdot L \text{ [m]} \leq 1000 \text{ kN}$  per modelli di carico LM 71, SW/0, SW/2

frenatura  $Q_{lb,k} = 20 \text{ [kN/m]} \cdot L \text{ [m]} \leq 6000 \text{ kN}$  per modelli di carico LM 71, SW/0

$Q_{lh,k} = 35 \text{ [kN/m]} \cdot L \text{ [m]}$  per modelli di carico SW/2

Nel caso in esame, considerando in considerazione del fatto che il dimensionamento dell'opera è fatto con riferimento ad un modello di dimensione longitudinale unitaria, si considera, ai fini delle analisi, la massima tra l'azione di frenatura e avviamento, distribuito su una fascia trasversale pari a quella già precedentemente individuata in sede di descrizione dei modelli di treno di carico; risulta dunque:

**$Q_{fr/avv} = 35/3 \cong 12 \text{ KN/m}$**

Tale carico va applicato per l'intero sviluppo della soletta di copertura

### 7.1.8 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  $k$ .

### 7.1.9 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:

$$k_h = a_{ma} \cdot g$$

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

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:

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 20 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

- $T_{R,SLV}$  = 712 anni;
- Comune = Camerino;
- $a_{g,SLV}$  = **0.220 g**;
- $F_{0,SLV}$  = **2.544**;
- $T^*_{c,SLV}$  = **0.333 sec.**

Risultando per l'area interessata dalla realizzazione dell'opera un sottosuolo tipo B, risulta:

<b>Cat Suolo</b>	<b>B</b>	
<b><math>S_s</math> =</b>	<b>1,176</b>	
<b><math>S_T</math> =</b>	<b>1,00</b>	
<b><math>a_{max}</math> [m/s<sup>2</sup>] =</b>	<b>2,158</b>	
<b><math>K_h</math> [--] =</b>	<b>0,258</b>	Coefficiente sismico orizzontale
<b><math>K_v</math> [--] =</b>	<b>0,129</b>	Coefficiente sismico verticale

### 7.1.10 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 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 21 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

## 7.2 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):

$$G_1 + G_2 + P + \alpha_{Q1} Q_{k1} + \alpha_{Q2} \alpha_{02} Q_{k2} + \alpha_{Q3} \alpha_{03} Q_{k3} + \dots$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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  $\alpha$  e i coefficienti di combinazione  $\alpha$  sono riportati nelle tabelle seguenti, avendo fatto riferimento, per la specificità dell'opera, a quanto previsto nell'ambito del dimensionamento dei ponti ferroviari (parag 5.2.3.3 del DM 14.01.08) tenendo comunque conto, per ciò che concerne i criteri di combinazioni di azioni non specificamente presenti in quest'ultimo caso (Ritiro, viscosità e azioni termiche) a quanto prescritto nell'ambito del calcolo dei ponti stradali (prg. 5.1.3.12):

Tabella 5.1.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolge i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> 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.  
<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 23 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	--------------------------

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	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 <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	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 <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

## Ponti Ferroviari

**Table 5.1.V e 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica (da DM 14/01/2008)**
**Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni.**

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	$\Xi^1$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$\Xi^2$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	$\Xi^3$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$\Xi^4$	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	0,0
Azioni del vento	$F_{Wk}$	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	$T_k$	0,60	0,60	0,50

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

 (2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

**Tabella 5.2.VII - Ulteriori coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni.**

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 <sup>(3)</sup>	<sup>(1)</sup>	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 <sup>(3)</sup>	-	-
	Centrifuga	<sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	<sup>(2)</sup>	<sup>(2)</sup>
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0

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

 (2) Si usano gli stessi coefficienti  $\psi$  adottati per i carichi che provocano dette azioni.

 (3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

**Tabella 5.1.VI - Coefficienti di combinazione  $\psi$  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  $\psi$ :

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 24 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	--------------------------

Carichi Ferroviari (Variabili da traffico)

$$\Psi_0 = 0.80 \quad \Psi_1 = 0.80 \quad \Psi_2 = 0.20$$

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 **18** Combinazioni di calcolo di cui **8 riferite al Caso SLU statico (A1-M1 ed A2-M2)**, **4 sismiche (2 A1-M1 + 2 A2-M2)** e **6 di SLE**, precisando inoltre che al fine di massimizzare gli effetti per combinazioni caratterizzate dalla presenza di carichi accidentali dissimmetrici, nelle relative combinazioni le spinte del terreno sulla parete opposta a quella del carico (lato destro), sono state considerate con fattore di partecipazione  $\Psi = 0.50$

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	
		$\gamma$	$\Psi$	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma$	$\Psi$
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 FERR CENT x $\phi$ + Frenat	1,45	1	1,25	1	-	-	-	-	1,45	0,8	1,25	0,80	-	-	-	-
10	Q FERR LATT x $\phi$ + Frenatura	-	-	-	-	1,45	1	1,25	1	-	-	-	-	1,45	0,8	1,25	0,8

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 25 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI		COMBINAZIONI SLU - SISMICHE							
		C9		C10		C11		C12	
		1-M1/V+		1-M2/V+		1-M2/V+		1-M2/V+	
		$\gamma$	$\Psi$	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma$	$\Psi$
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				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 FERR CENTx $\phi$ + Frenat	-	-	-	-	1	0,2	1	0,2
10	Q FERR LATT x $\phi$ + Frenatura	1	0,2	1	0,2	-	-	-	-

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI		COMBINAZIONI SLE											
		Azione Variabile Dominante : Carichi di traffico											
		C17		C18		C19		C20		C21		C22	
		RARA	FREQ.	RARA	FREQ.	Q.PERM	RARA	FREQ.	Q.PERM	RARA	FREQ.	Q.PERM	
$\gamma$	$\Psi$	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma$	$\Psi$
1	Peso Proprio	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
3	Spinta terreno destra	1	1	1	1	1	1	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
7	Ritiro	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
9	Q FERR CENTx $\phi$ + Frenat	1	1	1	0,8	1	0,2	-	-	-	-	-	-
10	Q FERR LATT x $\phi$ + Frenatura	-	-	-	-	-	-	1	1	1	0,8	1	0,2

Si precisa infine che la condizione di Carico **N°9**, è rappresentativa di una configurazione di carico ferroviario "simmetrica" rispetto all'asse dell'opera scatolare, mentre, la condizione di carico **N°10**, è

una condizione emisimmetrica, carico ferroviario verticale con filo esterno piedritto e frenatura su soletta di copertura.

### 7.3 VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI

#### 7.3.1 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:

#### 7.3.2 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

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

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

#### ACCIAIO

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

### 7.3.3 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:

Condizioni Ambientali : aggressive

Armature : Poco Sensibili

Conseguentemente dovrà risultare:

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

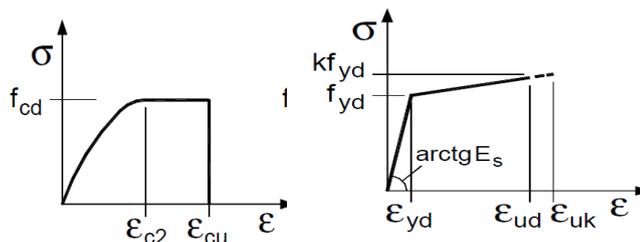
Combinazione Frequente :  $w \leq 0.3 \text{ mm}$

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.

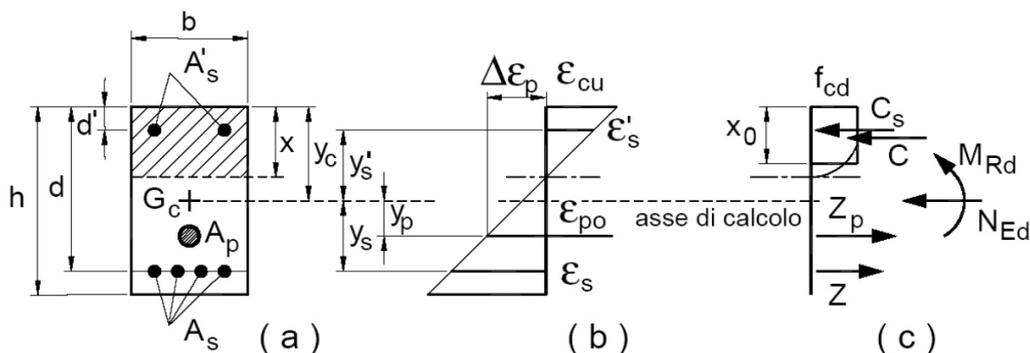
### 7.3.4 VERIFICHE ALLO SLU

#### 7.3.5 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 -

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.

### 7.3.6 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 al punto 4.1.2.1.3 delle NTC08, considerando ai fini delle verifiche, un angolo  $\theta$  di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

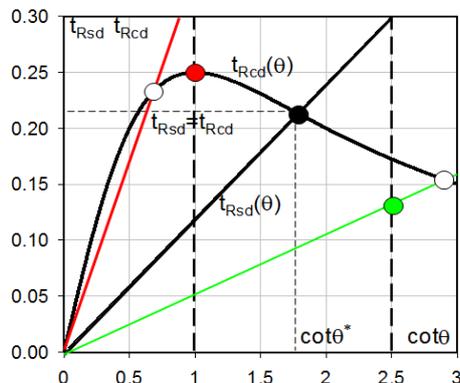
$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21.8^\circ$$

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 30 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	--------------------------



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

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

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

dove

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

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

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

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

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

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

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

#### 7.4 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:

$$\gamma'_1 x h_w + \gamma_1 x (D - h_w)$$

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  $\gamma_2$  del terzo termine della trinomia corrisponde al peso di volume efficace della terreno di fondazione  $\gamma_2'$

$\gamma_2 (\gamma_2')$  = peso di volume dello strato di fondazione;

$\gamma_w$  = 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;

$N_c, N_q, N_\gamma$  = fattori di capacità portante;

$s_c, s_q, s_\gamma$  = fattori di forma della fondazione;

$d_c, d_q, d_\gamma$  = fattori di profondità del piano di posa della fondazione.

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

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

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

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

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

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

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

$\square$  = angolo di attrito dello strato di fondazione;

$\square$  = inclinazione della risultante sulla verticale;

D = profondità della fondazione.

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

$i_\gamma = 0$ .

La verifica a carico limite andrà in definitiva condotta controllando che risulti:

$$Q_d < Q_{lim}/\gamma_r$$

Dove:

$Q_d$  : carico di Progetto in fondazione

$Q_{lim}$  : Portanza limite caratteristica della fondazione

$\gamma_r$  : Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'approccio di progetto considerato

ovvero pari a 1.0 per le combinazioni A1-M1 ed 1.80 per le combinazioni A2-M2, sia statiche che sismiche

## 8. 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 espone 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 rinfiacco 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 l'affidabilità e la robustezza del 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 espone 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.

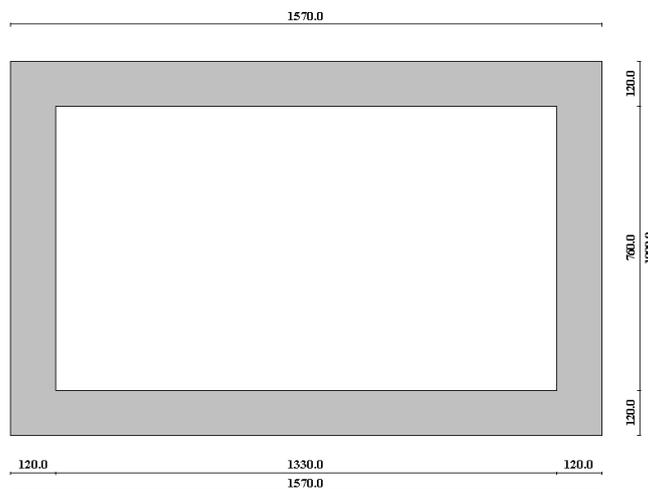
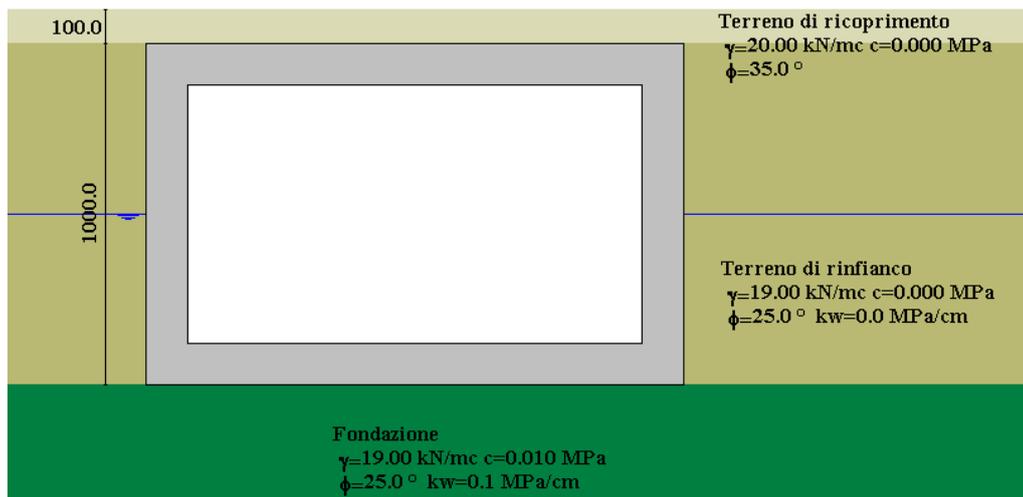
In base a quanto sopra, Il Progettista dichiara pertanto che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, validando conseguentemente i risultati dei calcoli esposti nella presente

## **9. RISULTATI ANALISI E VERIFICHE SCATOLARE 13.30X7.60**

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

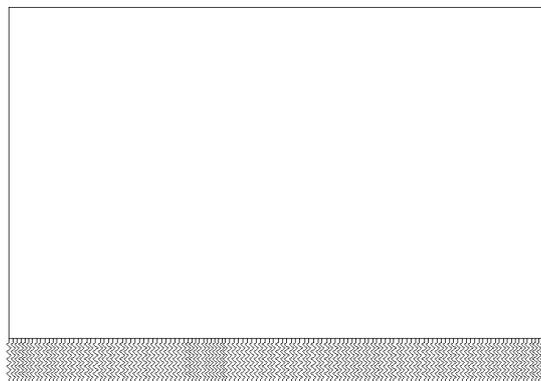
## 9.1 MODELLO DI CALCOLO

Di seguito di riporta una descrizione del modello geometrico/geotecnico considerato ai fini del dimensionamento, riferito alle geometrie dell'opera in retto:



Modello Geometrico della Struttura

Caratteristiche Terreno (Valori caratteristici)			
<b>Strato superiore (ricoprimento)</b>			
Descrizione	Terreno di ricoprimento	Spessore ricoprimento [m]	1.00
Peso di volume [kN/mc]	20.0000	Peso di volume saturo [kN/mc]	21.0000
Coesione [MPa]	0.000	Angolo di attrito (°)	35.00
<b>Strato intermedio (rinfianco)</b>			
Descrizione	Terreno di rinfianco		
Peso di volume [kN/mc]	19.0000	Peso di volume saturo [kN/mc]	20.0000
Angolo di attrito (°)	25.00	Angolo di attrito terreno-struttura (°)	10.00
Coesione [MPa]	0.000	Costante di Winkler [MPa/cm]	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> Terreno a sinistra presente		<input checked="" type="checkbox"/> Terreno a destra presente	
<b>Strato inferiore (fondazione)</b>			
Descrizione	Fondazione	<input type="checkbox"/> Strato impermeabile	
Peso di volume [kN/mc]	19.0000	Peso di volume saturo [kN/mc]	20.0000
Angolo di attrito (°)	25.00	Angolo di attrito terreno-struttura (°)	10.00
Coesione [MPa]	0.010	Adesione [MPa]	0.000
Tensione limite [MPa]	0.500	Costante di Winkler [MPa/cm]	0.100
Tensione di progetto, usata per confronto con le pressioni di contatto			
Accetta		Annulla	
		Help	



### Modello Geotecnico di Analisi

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  $u$

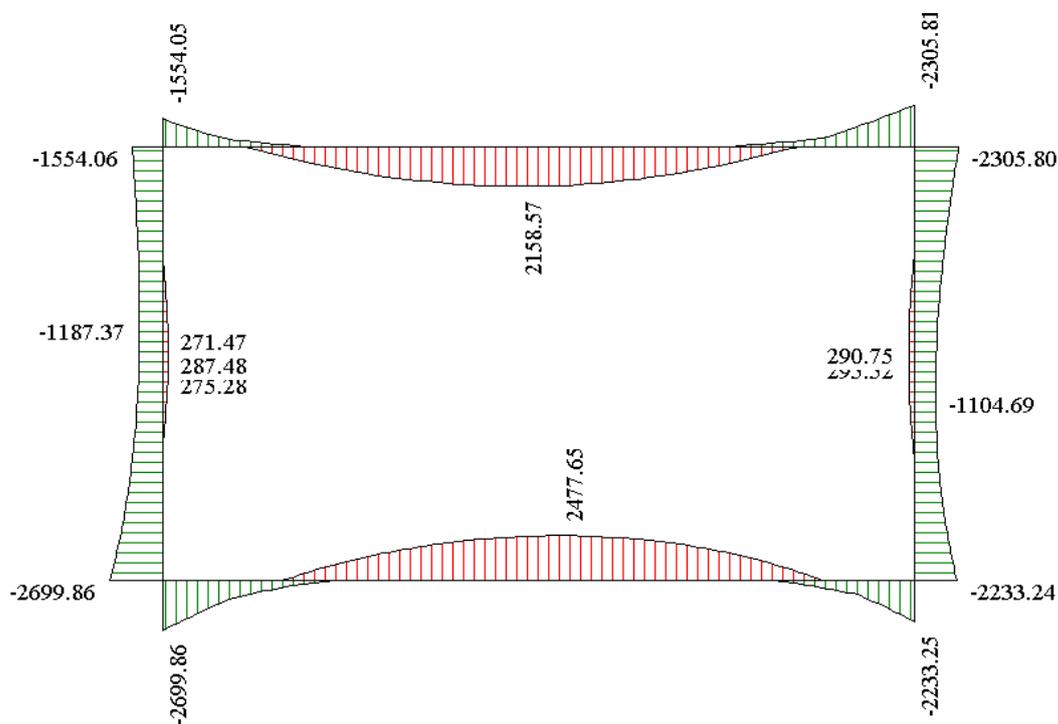
$$u = K^{-1} p$$

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.

## 9.2 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:



Involuppo diagrammi del momento flettente – SLU statico e sismico

### 2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

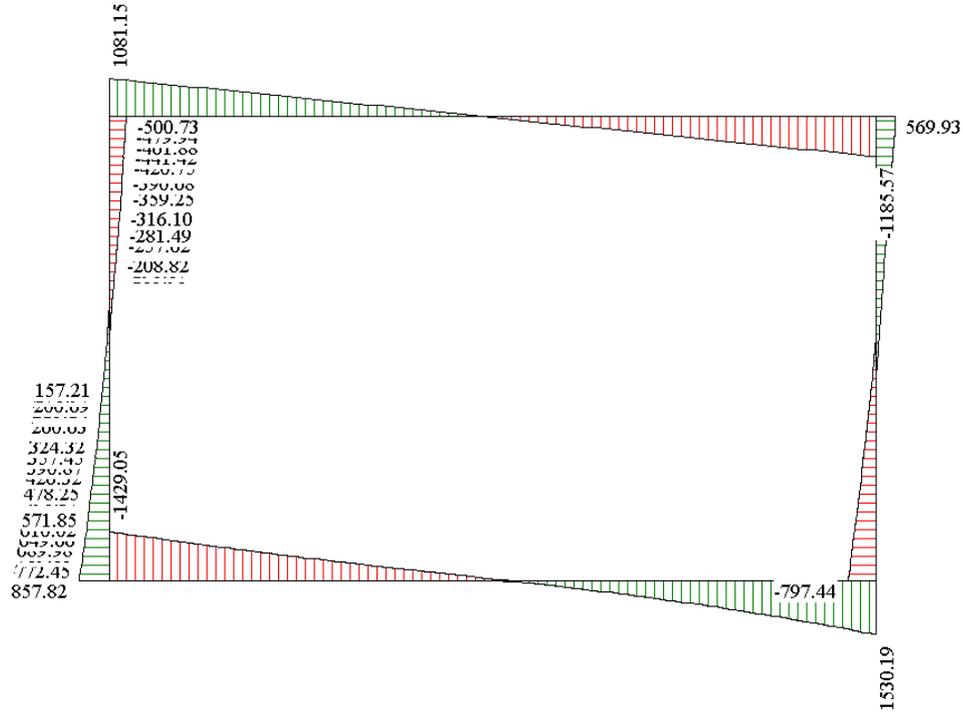
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

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

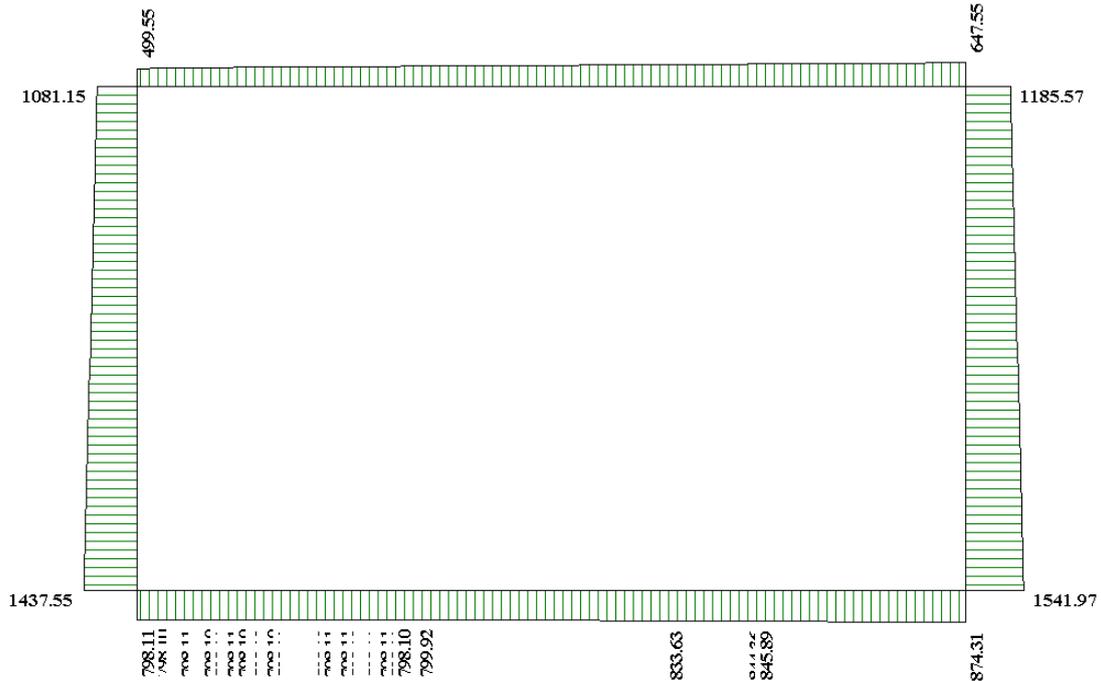
Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	14	ST0300	REL	01	A	39 di 121



Involuppo diagrammi del taglio – SLU statico e sismico



Involuppo diagrammi dello sforzo normale – SLU statico e sismico

### 2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

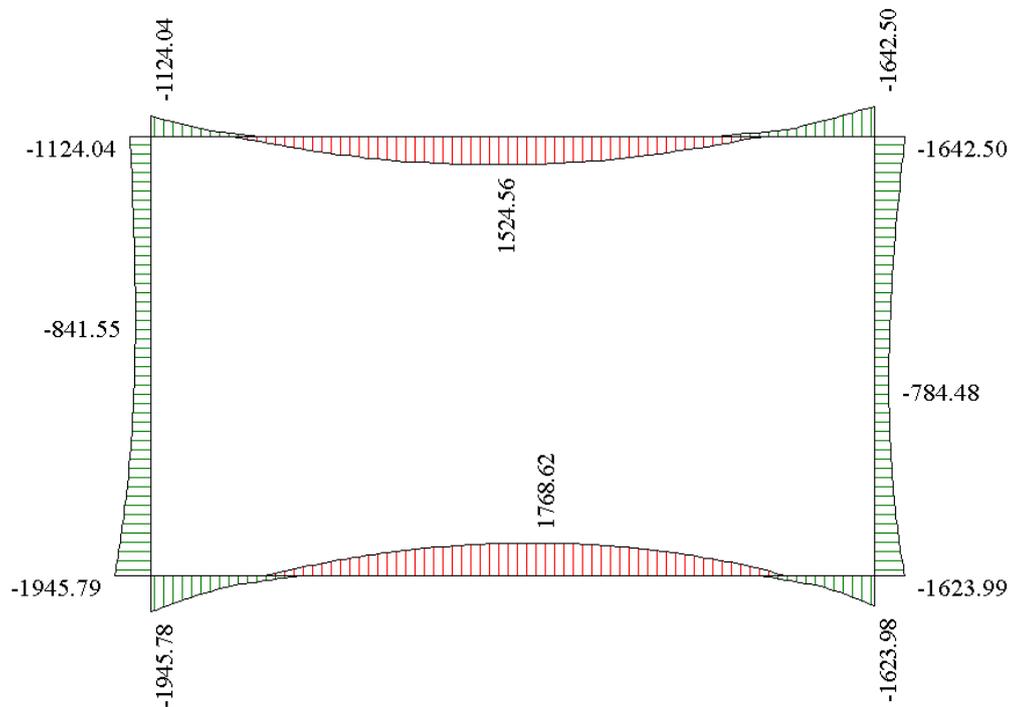
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

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

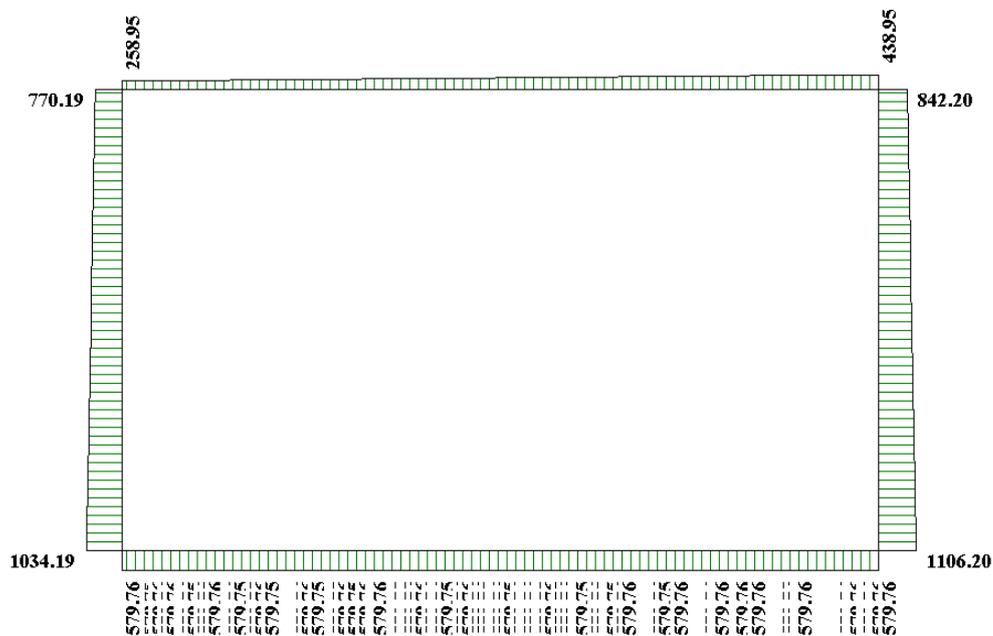
Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 40 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------



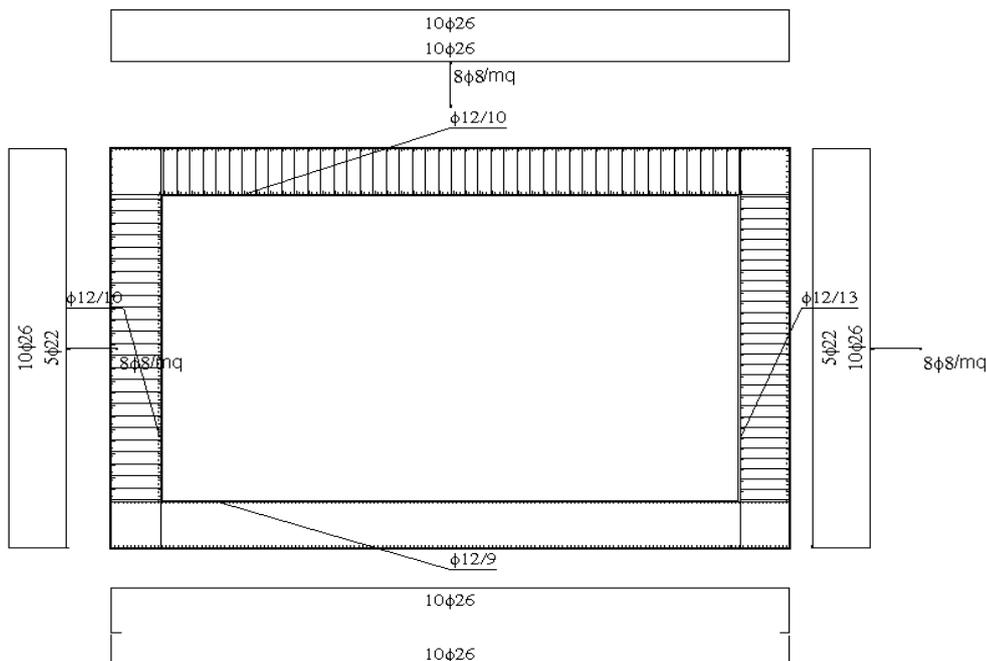
Inviluppo diagrammi del momento flettente – SLE



Inviluppo diagrammi dello sforzo normale – SLE

### 9.3 ARMATURE DI PROGETTO

Di seguito si riporta una schema esemplificativo delle armature di progetto previste sulla scorta delle sollecitazioni di progetto ottenute dall'analisi, ed una tabella di riepilogo relativa:



Elemento	Armatura a flessione		Armatura a taglio
	Af 1	Af 2	Af t (spille)
TRAVERSO	1□□□□□□	1□□□□□□	1□□□□□□x□□
PIEDRITTI	1□□□□□□	1□□□□□□	1□□□□□□x□□
FONDAZIONE	1□□□□□□	1□□□□□□	1□□□□□□x□□

Af1 : Armatura lato esterno (terreno)

Af2 : Armatura lato interno

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento ad un copriferro netto di 4cm (ricoprimento armature)

Si specifica inoltre che le armature indicate, facendo riferimento a sollecitazione di progetto ottenute dall'analisi della struttura in retto, andranno aumentate del 30% per gli elementi Traverso e Fondazione (1□□□□□□□□□□ ove di preveda di armare, per comodità realizzative, la struttura in direzione parallela a quella dell'asse della linea ferroviaria interferente.

Le armature a taglio sono state inoltre determinate mediante verifiche aggiuntive separate, sulla scorta delle sollecitazioni di progetto calcolate dal software.

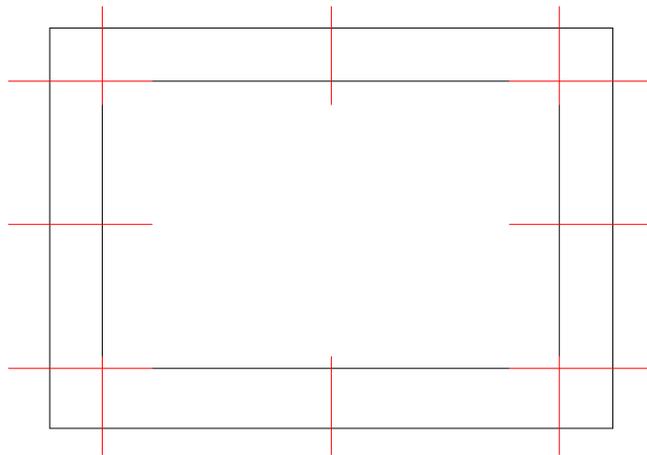
Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 42 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	--------------------------

#### 9.4 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 7.3

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



**Sezioni di verifica**

#### 9.4.1 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.

##### Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.60	-2699.86	-1174.00	-1429.05	-581.30	459.51	798.11
7.80	816.35	2462.64	-64.69	0.78	459.51	818.32
15.00	-2233.25	-1074.11	615.96	1530.19	459.51	874.31

##### Inviluppo sollecitazioni traverso

X [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.60	-1554.05	-542.10	319.53	1081.15	134.27	499.55
7.80	426.80	2150.16	-52.21	0.53	182.18	573.56
15.00	-2305.81	-674.20	-1185.57	-355.66	200.18	647.55

##### Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.60	-2699.86	-1174.00	463.16	857.82	583.53	1437.55
5.00	-1217.99	284.23	13.22	77.33	451.53	1259.35
9.40	-1554.06	-542.09	-500.73	-134.29	319.53	1081.15

##### Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.60	-2233.24	-1074.08	-797.44	-437.97	619.66	1541.97
5.00	-1123.30	294.27	-23.36	67.71	487.66	1363.77
9.40	-2305.80	-674.21	197.99	569.93	355.66	1185.57

#### 9.4.2 Verifiche a pressoflessione

##### Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0.60	53.09	53.09	0.98
7.80	53.09	53.09	1.08
15.00	53.09	53.09	0.98

##### Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0.60	53.09	53.09	1.05
7.80	53.09	53.09	1.16
15.00	53.09	53.09	1.12

##### Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 44 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

<b>Y</b>	<b>A<sub>ri</sub></b>	<b>A<sub>fs</sub></b>	<b>CS</b>
0.60	19.01	53.09	1.13
5.00	19.01	53.09	3.05
9.40	19.01	53.09	1.80

**Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

<b>Y</b>	<b>A<sub>ri</sub></b>	<b>A<sub>fs</sub></b>	<b>CS</b>
0.60	19.01	53.09	1.44
5.00	19.01	53.09	3.54
9.40	19.01	53.09	1.31

**9.4.3 Verifiche a taglio**

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

Sezione	V <sub>Ed</sub>	b	h	V <sub>Rd</sub> *	Verificato
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]
Fondazione	1530	100	120	2800	SI
Piedritti	860	100	120	1400	SI
Traversi	1185	100	120	2800	SI

\* 0° cal=21.8 – Elementi armati a taglio

Si evidenzia che allo scopo di evitare crisi per meccanismi fragili, sono stati previsti coefficienti di sicurezza a taglio sufficientemente più ampi di quelli relative alle verifiche a flessione

**9.4.4 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.

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 45 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

*Simbologia adottata ed unità di misura*

$N^\circ$	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 cm <sup>2</sup>
$A_{fs}$	Area armatura superiore, espressa in cm <sup>2</sup>
$\sigma_{fi}$	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in MPa
$\sigma_{fs}$	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in MPa
$\sigma_c$	Tensione nel calcestruzzo, espresse in MPa
$\tau_c$	Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in MPa
$A_{sw}$	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cm <sup>2</sup>

*Simbologia adottata ed unità di misura*

$N^\circ$	Indice sezione
$X_i$	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
$M_p$	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
$\epsilon_{sm}$	Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

**Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)**

Base sezione    B = 100 cm  
 Altezza sezione    H = 120.00 cm

**X**
**A<sub>fi</sub>**
**A<sub>fs</sub>**
 $\sigma_c$ 
 $\sigma_{fi}$ 
 $\sigma_{fs}$

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 46 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

0.60	53.09	53.09	7.140	302.194	134.344
7.80	53.09	53.09	6.487	122.247	269.444
15.00	53.09	53.09	6.018	245.886	113.532

**Verifica sezioni traverso (Inviluppo)**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>c</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>fs</sub>
0.60	53.09	53.09	4.012	74.931	186.194
7.80	53.09	53.09	5.457	248.143	102.079
15.00	53.09	53.09	5.956	111.720	262.517

**Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>c</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>fs</sub>
0.60	19.01	53.09	9.041	173.903	272.775
5.00	19.01	53.09	4.271	83.459	91.254
9.40	19.01	53.09	5.337	103.196	145.537

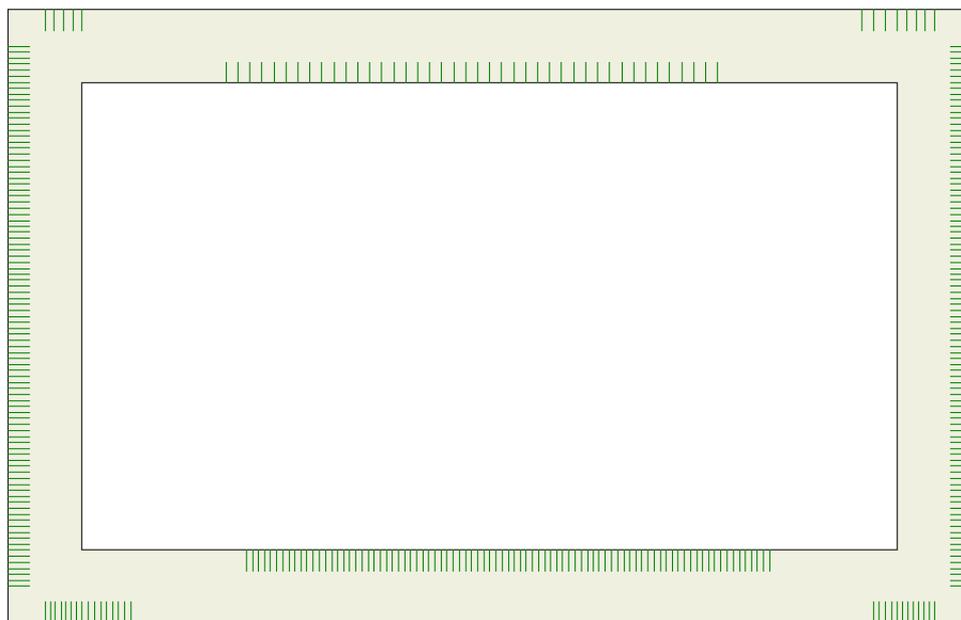
**Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>c</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>fs</sub>
0.60	19.01	53.09	7.707	148.995	210.716
5.00	19.01	53.09	4.020	78.886	75.932
9.40	19.01	53.09	7.610	146.287	232.448

#### 9.4.5 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, ed a seguire i relativi valori di ampiezza delle fessure ricavati per la combinazione frequente e quasi permanente ::



**Schema con indicazione delle zone fessurate**

#### Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	□ <sub>sm</sub>
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-					
	597.371789.65	0.27	0.30	126.21	0.000122					
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
	1589.800.23	0.30	126.21	0.000104						
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-					
	597.371532.21	0.22	0.30	126.21	0.000099					

#### Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	□ <sub>sm</sub>
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
	1018.740.14	0.30	126.21	0.000065						
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-					
	597.371352.17	0.20	0.30	126.21	0.000093					
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
	1433.510.21	0.30	126.21	0.000098						

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 48 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
	1789.640.24	0.30	126.21	0.000110						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
	730.88 0.03	0.30	126.21	0.000014						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
	1018.740.10	0.30	126.21	0.000045						

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
	1532.210.18	0.30	126.21	0.000084						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
	678.65 0.03	0.30	126.21	0.000012						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
	1433.510.18	0.30	126.21	0.000084						

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-					
	597.371313.26	0.17	0.20	126.21	0.000079					
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
	1089.630.12	0.20	126.21	0.000057						
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-					
	597.371248.90	0.16	0.20	126.21	0.000073					

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
	754.75 0.08	0.20	126.21	0.000036						
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-					
	597.37799.70	0.09	0.20	126.21	0.000040					
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
	858.44 0.10	0.20	126.21	0.000045						

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
	1313.260.16	0.20	126.21	0.000074						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
	360.69 0.00	0.20	0.00	0.000000						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
	754.75 0.06	0.20	126.21	0.000025						

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]**

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 49 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	--------------------------

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
1248.900.15		0.20	126.21	0.000067						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
347.63	0.00	0.20	0.00	0.000000						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
858.44	0.08	0.20	126.21	0.000037						

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-	-				
597.37	1341.84	0.17	0.30	126.21	0.000078					
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
871.34	0.06	0.30	126.21	0.000029						
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-	-				
597.37	1095.73	0.12	0.30	126.21	0.000054					

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
572.08	0.00	0.30	0.00	0.000000						
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-	-				
597.37	553.86	0.00	0.30	0.00	0.000000					
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
884.78	0.09	0.30	126.21	0.000039						

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
1341.84	0.18	0.30	126.21	0.000081						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
60.05	0.00	0.30	0.00	0.000000						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
572.10	0.00	0.30	0.00	0.000000						

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
1095.72	0.12	0.30	126.21	0.000055						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
61.14	0.00	0.30	0.00	0.000000						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
884.78	0.10	0.30	126.21	0.000044						

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-	-				
597.37	1174.00	0.14	0.20	126.21	0.000066					
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
915.81	0.08	0.20	126.21	0.000039						

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 50 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

3	15.00	53.09	53.09	597.37	-
597.37	1152.62	0.14	0.20	126.21	0.000063

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	□ <sub>sm</sub>
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
681.79	0.05	0.20	126.21	0.000025						
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-					
597.37	604.29	0.04	0.20	126.21	0.000017					
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
674.20	0.05	0.20	126.21	0.000022						

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	□ <sub>sm</sub>
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
1174.000	0.14	0.20	126.21	0.000064						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
198.71	0.00	0.20	0.00	0.000000						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
681.79	0.04	0.20	126.21	0.000020						

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	□ <sub>sm</sub>
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
1152.620	0.13	0.20	126.21	0.000062						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
221.05	0.00	0.20	0.00	0.000000						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
674.21	0.04	0.20	126.21	0.000019						

**9.4.6 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 = 120.00 cm

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>c</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>fs</sub>
0.60	53.09	53.09	7.140	302.194	134.344
7.80	53.09	53.09	6.487	122.247	269.444
15.00	53.09	53.09	6.018	245.886	113.532

**Verifica sezioni traverso (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>c</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>fs</sub>
---	-----------------	-----------------	----------------	-----------------	-----------------





Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 53 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

# ALLEGATO 1

## ***TABULATI DI CALCOLO SCAT***

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 54 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Descrizione: Scatolare semplice

Altezza esterna	10.00	[m]
Larghezza esterna	15.70	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	1.20	[m]
Spessore piedritto destro	1.20	[m]
Spessore fondazione	1.20	[m]
Spessore traverso	1.20	[m]

**Caratteristiche strati terreno**
Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	1.00	[m]
Peso di volume	20.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	21.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	35.00	[°]
Coesione	0.000	[MPa]

Strato di rinfiaccio

Descrizione	Terreno di rinfiaccio	
Peso di volume	19.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	25.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	10.00	[°]
Coesione	0.000	[MPa]
Costante di Winkler	0.000	[MPa/cm]

Strato di base

Descrizione	Fondazione	
Peso di volume	19.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	25.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	10.00	[°]
Coesione	0.010	[MPa]
Costante di Winkler	0.100	[MPa/cm]
Tensione limite	0.500	[MPa]

**Falda**

Quota falda (rispetto al piano di posa)	5.00	[m]
---	------	-----

**Caratteristiche materiali utilizzati**
Materiale calcestruzzo

R <sub>ck</sub> calcestruzzo	40.000	[MPa]
Peso specifico calcestruzzo	25.0000	[kN/mc]
Modulo elastico E	33149.080	[MPa]
Tensione di snervamento acciaio	450.000	[MPa]
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

Ordinate Y (espresse 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<sub>y</sub> componente Y del carico concentrato

F<sub>x</sub> componente X del carico concentrato

M momento

#### Forze distribuite

X<sub>i</sub>, X<sub>f</sub> ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali

Y<sub>i</sub>, Y<sub>f</sub> ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali

V<sub>ni</sub> componente normale del carico distribuito nel punto iniziale

V<sub>nif</sub> componente normale del carico distribuito nel punto finale

V<sub>ti</sub> componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale

V<sub>tif</sub> componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale

D<sub>te</sub> variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi

D<sub>ti</sub> 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°6 (Spinta falda)

### Condizione di carico n°7 (Ritiro)

Term Traverso D<sub>te</sub>= -10.00 D<sub>ti</sub>= -10.00

### Condizione di carico n°8 (Termica)

Term Traverso D<sub>te</sub>= -2.50 D<sub>ti</sub>= 2.50

### Condizione di carico n°9 (QFERR CEN)

Distr	Terreno	X <sub>i</sub> = 0.00	X <sub>r</sub> = 15.60	V <sub>ni</sub> = 62.50	V <sub>nif</sub> = 62.50		
Distr	Traverso	X <sub>i</sub> = 0.00	X <sub>r</sub> = 15.60	V <sub>ni</sub> = 0.00	V <sub>nif</sub> = 0.00	V <sub>ti</sub> = 12.50	V <sub>tif</sub> =

12.50

### Condizione di carico n°10 (QFERR LAT)

Distr	Terreno	X <sub>i</sub> = -15.00	X <sub>r</sub> = 0.00	V <sub>ni</sub> = 50.00	V <sub>nif</sub> = 50.00		
Distr	Traverso	X <sub>i</sub> = 0.00	X <sub>r</sub> = 15.60	V <sub>ni</sub> = 0.00	V <sub>nif</sub> = 0.00	V <sub>ti</sub> = 12.50	V <sub>tif</sub> =

12.50

## Impostazioni di progetto

### Verifica materiali:

#### Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo $\gamma_c$	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

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

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

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \sigma_c \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg}(\sigma) + \text{ctg}(\sigma)) / (1.0 + \text{ctg}(\sigma)^2)$$

con:

d altezza utile sezione [mm]  
 b<sub>w</sub> larghezza minima sezione [mm]  
 $\sigma_{cp}$  tensione media di compressione [N/mm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_i$  rapporto geometrico di armatura  
 A<sub>sw</sub> area armatura trasversale [mm<sup>2</sup>]  
 s interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]  
 $\sigma_c$  coefficiente maggiorativo, funzione di f<sub>cd</sub> e  $\sigma_{cp}$

$$f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$$

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

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

#### Stato Limite di Esercizio

##### Criteria di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente moderatamente aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare)

0.60 f<sub>ck</sub>

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

0.45 f<sub>ck</sub>

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

0.80 f<sub>yk</sub>

##### Criteria verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure w<sub>1</sub>=0.20 w<sub>2</sub>=0.30 w<sub>3</sub>=0.40

##### Verifiche secondo:

Norme Tecniche 2008 - Approccio 1

Copriferro sezioni 4.00 [cm]

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

- Coefficiente di partecipazione della condizione
- Coefficiente di combinazione della condizione
- C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

### Norme Tecniche 2008

### Simbologia adottata

- G1sfav Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
- G1fav Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
- G2sfav Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
- G2fav Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
- Q Coefficiente parziale sulle azioni variabili
- tan $\alpha$  Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
- c' Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
- cu Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
- 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	<input type="checkbox"/> G1fav	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	<input type="checkbox"/> G1sfav	1.35	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	<input type="checkbox"/> G2fav	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	<input type="checkbox"/> G2sfav	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	<input type="checkbox"/> Qifav	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	<input type="checkbox"/> Qisfav	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	<input type="checkbox"/> Qfav	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	<input type="checkbox"/> Qsfav	1.45	1.25
Termici	Favorevole	<input type="checkbox"/> ifav	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	<input type="checkbox"/> isfav	1.20	1.20

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	<input type="checkbox"/> tan $\alpha$ '	1.00	1.25
Coesione efficace	<input type="checkbox"/> c'	1.00	1.25
Resistenza non drenata	<input type="checkbox"/> cu	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	<input type="checkbox"/> qu	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	<input type="checkbox"/> $\gamma$	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	<input type="checkbox"/> G1fav	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	<input type="checkbox"/> G1sfav	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	<input type="checkbox"/> G2fav	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	<input type="checkbox"/> G2sfav	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	<input type="checkbox"/> Qifav	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	<input type="checkbox"/> Qisfav	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	<input type="checkbox"/> Qfav	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	<input type="checkbox"/> Qsfav	1.00	1.00
Termici	Favorevole	<input type="checkbox"/> ifav	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	<input type="checkbox"/> isfav	1.00	1.00

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	<input type="checkbox"/> tan $\alpha$ '	1.00	1.25
Coesione efficace	<input type="checkbox"/> c'	1.00	1.25
Resistenza non drenata	<input type="checkbox"/> cu	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	<input type="checkbox"/> qu	1.00	1.60

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 58 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	--------------------------

Peso dell'unità di volume □□ 1.00 1.00

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

	<b>Effetto</b>	□	□	<b>C</b>
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
Spinta falda	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Ritiro	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
Termica	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
QFERR CEN	Sfavorevole	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 2 SLU (Caso A2-M2)

	<b>Effetto</b>	□	□	<b>C</b>
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
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
QFERR CEN	Sfavorevole	1.25	1.00	1.25

Combinazione n° 3 SLU (Caso A1-M1)

	<b>Effetto</b>	□	□	<b>C</b>
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	0.50	0.68
Spinta falda	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Ritiro	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
Termica	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
QFERR LAT	Sfavorevole	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2)

	<b>Effetto</b>	□	□	<b>C</b>
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	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
QFERR LAT	Sfavorevole	1.25	1.00	1.25

Combinazione n° 5 SLU (Caso A1-M1)

	<b>Effetto</b>	□	□	<b>C</b>
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
Spinta falda	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Ritiro	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
Termica	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
QFERR CEN	Sfavorevole	1.45	0.80	1.16

Combinazione n° 6 SLU (Caso A2-M2)

	<b>Effetto</b>	□	□	<b>C</b>
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
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	14	ST0300	REL	01	A	59 di 121

Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
QFERR CEN	Sfavorevole	1.25	0.80	1.00

Combinazione n° 7 SLU (Caso A1-M1)

	<b>Effetto</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>C</b>
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	0.50	0.68
Spinta falda	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Ritiro	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
Termica	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
QFERR LAT	Sfavorevole	1.45	0.80	1.16

Combinazione n° 8 SLU (Caso A2-M2)

	<b>Effetto</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>C</b>
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	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
QFERR LAT	Sfavorevole	1.25	0.80	1.00

Combinazione n° 9 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	<b>Effetto</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>C</b>
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	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
QFERR LAT	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 10 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	<b>Effetto</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>C</b>
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	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
QFERR LAT	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 11 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	<b>Effetto</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>C</b>
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	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
QFERR CEN	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 12 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	<b>Effetto</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 60 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	--------------------------

Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
QFERR CEN	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 13 SLE (Rara)

	<b>Effetto</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>C</b>
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
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
QFERR CEN	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 SLE (Frequente)

	<b>Effetto</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>C</b>
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
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
QFERR CEN	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80

Combinazione n° 15 SLE (Quasi Permanente)

	<b>Effetto</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>C</b>
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
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
QFERR CEN	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 16 SLE (Rara)

	<b>Effetto</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>C</b>
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	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
QFERR LAT	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 SLE (Frequente)

	<b>Effetto</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>C</b>
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	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
QFERR LAT	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80

Combinazione n° 18 SLE (Quasi Permanente)

	<b>Effetto</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>C</b>
--	----------------	--------------------------	--------------------------	----------

## 2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	14	ST0300	REL	01	A	61 di 121

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	0.50	0.50
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Termica	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
QFERR LAT	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20

## 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

$\sigma_t$  pressione sul terreno espressa in MPa

### Tipo di analisi

Pressione in calotta

Teoria di Terzaghi

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **valore 0.00**

La permeabilità influenza il calcolo della spinta sismica. Terreno a **Bassa permeabilità**

Metodo di calcolo della portanza

Meyerhof

### Spinta sui piedritti

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]

### Sisma

#### Identificazione del sito

Latitudine

43.140364

Longitudine

13.068774

Comune

Camerino

Provincia

Macerata

Regione

Marche

Punti di interpolazione del reticolo

22971 - 22749 - 22748 - 22970

#### 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  $a_g =$

2.16 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.18

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\sigma_m$ )

1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \sigma_m * St * S_s) = 25.93$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 12.96$

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	14	ST0300	REL	01	A	63 di 121

**Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.00 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\sigma_m$ )	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \sigma_m * St * Ss) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 0.00$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Wood
Angolo diffusione sovraccarico	0.00 [°]

Coefficienti di spinta

N° combinazione	Statico	Sismico
1	0.577	0.000
2	0.650	0.000
3	0.577	0.000
4	0.650	0.000
5	0.577	0.000
6	0.650	0.000
7	0.577	0.000
8	0.650	0.000
9	0.577	0.924
10	0.650	1.001
11	0.577	0.924
12	0.650	1.001
13	0.577	0.000
14	0.577	0.000
15	0.577	0.000
16	0.577	0.000
17	0.577	0.000
18	0.577	0.000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	148
Numero elementi trasverso	76
Numero elementi piedritto sinistro	90
Numero elementi piedritto destro	90
Numero molle fondazione	149
Numero molle piedritto sinistro	91
Numero molle piedritto destro	91

### Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 26.2860 [kPa]

#### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.00	0.00	26.2860
0.00	15.60	116.9110
15.60	31.21	26.2860

#### Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 15.1771 [kPa] Pressione inf. 128.9525 [kPa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 15.1771 [kPa] Pressione inf. 128.9525 [kPa]

#### Falda

Spinta 165.49[kN]  
 Sottospinta 66.20[kPa]

### Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 19.5955 [kPa]

#### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.00	0.00	19.5955
0.00	15.60	97.7205
15.60	31.21	19.5955

#### Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 12.7465 [kPa] Pressione inf. 107.6947 [kPa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 12.7465 [kPa] Pressione inf. 107.6947 [kPa]

#### Falda

Spinta 122.59[kN]  
 Sottospinta 49.03[kPa]

### Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 26.2860 [kPa]

#### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.00	-15.00	26.2860
-15.00	0.00	98.7860
0.00	31.21	26.2860

#### Spinte sui piedritti

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 65 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Piedritto sinistro Pressione sup. 57.0373 [kPa] Pressione inf. 170.8127 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 7.5885 [kPa] Pressione inf. 64.4763 [kPa]

**Falda**

Spinta 165.49[kN]

Sottospinta 66.20[kPa]

### Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 19.5955 [kPa]

**Carichi verticali in calotta**

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.00	-15.00	19.5955
-15.00	0.00	82.0955
0.00	31.21	19.5955

**Spinte sui piedritti**

Piedritto sinistro Pressione sup. 53.4016 [kPa] Pressione inf. 148.3499 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 6.3733 [kPa] Pressione inf. 53.8474 [kPa]

**Falda**

Spinta 122.59[kN]

Sottospinta 49.03[kPa]

### Analisi della combinazione n° 5

Pressione in calotta(solo peso terreno) 26.2860 [kPa]

**Carichi verticali in calotta**

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.00	0.00	26.2860
0.00	15.60	98.7860
15.60	31.21	26.2860

**Spinte sui piedritti**

Piedritto sinistro Pressione sup. 15.1771 [kPa] Pressione inf. 128.9525 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 15.1771 [kPa] Pressione inf. 128.9525 [kPa]

**Falda**

Spinta 165.49[kN]

Sottospinta 66.20[kPa]

### Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 19.5955 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.00	0.00	19.5955
0.00	15.60	82.0955
15.60	31.21	19.5955

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 12.7465 [kPa]	Pressione inf. 107.6947 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 12.7465 [kPa]	Pressione inf. 107.6947 [kPa]

Falda

Spinta	122.59[kN]
Sottospinta	49.03[kPa]

### Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 26.2860 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.00	-15.00	26.2860
-15.00	0.00	84.2860
0.00	31.21	26.2860

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 48.6652 [kPa]	Pressione inf. 162.4406 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 7.5885 [kPa]	Pressione inf. 64.4763 [kPa]

Falda

Spinta	165.49[kN]
Sottospinta	66.20[kPa]

### Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 19.5955 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.00	-15.00	19.5955
-15.00	0.00	69.5955
0.00	31.21	19.5955

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 45.2706 [kPa]	Pressione inf. 140.2188 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 6.3733 [kPa]	Pressione inf. 53.8474 [kPa]

Falda

Spinta 122.59[kN]  
 Sottospinta 49.03[kPa]

### Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 19.4711 [kPa]

#### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.00	-15.00	19.4711
-15.00	0.00	29.4711
0.00	31.21	19.4711

#### Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 17.0161 [kPa] Pressione inf. 101.2942 [kPa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 5.6211 [kPa] Pressione inf. 47.7602 [kPa]

#### Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 58.8320 [kPa] Pressione inf. 58.8320 [kPa]

#### Falda

Spinta 122.59[kN]  
 Sottospinta 49.03[kPa]

### Analisi della combinazione n° 10

Pressione in calotta(solo peso terreno) 19.5955 [kPa]

#### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.00	-15.00	19.5955
-15.00	0.00	29.5955
0.00	31.21	19.5955

#### Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 19.2513 [kPa] Pressione inf. 114.1996 [kPa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 6.3733 [kPa] Pressione inf. 53.8474 [kPa]

#### Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 58.8965 [kPa] Pressione inf. 58.8965 [kPa]

#### Falda

Spinta 122.59[kN]  
 Sottospinta 49.03[kPa]

### Analisi della combinazione n° 11

Pressione in calotta(solo peso terreno) 19.4711 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.00	0.00	19.4711
0.00	15.60	31.9711
15.60	31.21	19.4711

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 11.2423 [kPa] Pressione inf. 95.5204 [kPa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 5.6211 [kPa] Pressione inf. 47.7602 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 53.6469 [kPa] Pressione inf. 53.6469 [kPa]

Falda

Spinta 122.59[kN]  
 Sottospinta 49.03[kPa]

### Analisi della combinazione n° 12

Pressione in calotta(solo peso terreno) 19.5955 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.00	0.00	19.5955
0.00	15.60	32.0955
15.60	31.21	19.5955

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 12.7465 [kPa] Pressione inf. 107.6947 [kPa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 6.3733 [kPa] Pressione inf. 53.8474 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 53.7114 [kPa] Pressione inf. 53.7114 [kPa]

Falda

Spinta 122.59[kN]  
 Sottospinta 49.03[kPa]

### Analisi della combinazione n° 13

Pressione in calotta(solo peso terreno) 19.4711 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.00	0.00	19.4711
0.00	15.60	81.9711
15.60	31.21	19.4711

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 11.2423 [kPa] Pressione inf. 95.5204 [kPa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 11.2423 [kPa] Pressione inf. 95.5204 [kPa]

Falda

Spinta 122.59[kN]  
 Sottospinta 49.03[kPa]

### Analisi della combinazione n° 14

Pressione in calotta(solo peso terreno) 19.4711 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.00	0.00	19.4711
0.00	15.60	69.4711
15.60	31.21	19.4711

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 11.2423 [kPa] Pressione inf. 95.5204 [kPa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 11.2423 [kPa] Pressione inf. 95.5204 [kPa]

Falda

Spinta 122.59[kN]  
 Sottospinta 49.03[kPa]

### Analisi della combinazione n° 15

Pressione in calotta(solo peso terreno) 19.4711 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.00	0.00	19.4711
0.00	15.60	31.9711
15.60	31.21	19.4711

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 11.2423 [kPa] Pressione inf. 95.5204 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 11.2423 [kPa] Pressione inf. 95.5204 [kPa]

Falda

Spinta 122.59[kN]

Sottospinta 49.03[kPa]

### Analisi della combinazione n° 16

Pressione in calotta(solo peso terreno) 19.4711 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.00	-15.00	19.4711
-15.00	0.00	69.4711
0.00	31.21	19.4711

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 40.1114 [kPa] Pressione inf. 124.3895 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 5.6211 [kPa] Pressione inf. 47.7602 [kPa]

Falda

Spinta 122.59[kN]

Sottospinta 49.03[kPa]

### Analisi della combinazione n° 17

Pressione in calotta(solo peso terreno) 19.4711 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.00	-15.00	19.4711
-15.00	0.00	59.4711
0.00	31.21	19.4711

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 34.3376 [kPa] Pressione inf. 118.6156 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 5.6211 [kPa] Pressione inf. 47.7602 [kPa]

Falda

Spinta 122.59[kN]

Sottospinta 49.03[kPa]

### Analisi della combinazione n° 18

Pressione in calotta(solo peso terreno) 19.4711 [kPa]

## 2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 71 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-25.00	-15.00	19.4711
-15.00	0.00	29.4711
0.00	31.21	19.4711

### Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 17.0161 [kPa] Pressione inf. 101.2942 [kPa]  
Piedritto destro Pressione sup. 5.6211 [kPa] Pressione inf. 47.7602 [kPa]

### Falda

Spinta 122.59[kN]  
Sottospinta 49.03[kPa]

## Spostamenti

### Spostamenti fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	2450959.777	1.985
7.80	2450959.765	1.449
15.00	2450959.753	2.748

### Spostamenti traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	2450960.584	2.013
7.80	2450960.476	3.287
15.00	2450960.366	2.778

### Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	2450959.777	1.985
5.00	2450959.903	2.000
9.40	2450960.584	2.013

### Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	2450959.753	2.748
5.00	2450960.325	2.764
9.40	2450960.366	2.778

### Spostamenti fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	2112896.368	1.563
7.80	2112896.358	1.166
15.00	2112896.348	2.221

### Spostamenti traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	2112897.061	1.585
7.80	2112896.971	2.634
15.00	2112896.879	2.245

### Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	2112896.368	1.563
5.00	2112896.495	1.575
9.40	2112897.061	1.585

### Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	2112896.348	2.221
5.00	2112896.824	2.234
9.40	2112896.879	2.245

### Spostamenti fondazione (Combinazione n° 3)

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 73 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	9284918.445	0.786
7.80	9284918.430	0.745
15.00	9284918.416	1.472

**Spostamenti trasverso (Combinazione n° 3)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	9284919.176	0.799
7.80	9284919.065	1.461
15.00	9284918.951	1.488

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	9284918.445	0.786
5.00	9284918.767	0.793
9.40	9284919.176	0.799

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	9284918.416	1.472
5.00	9284918.727	1.481
9.40	9284918.951	1.488

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 4)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	8292175.434	0.520
7.80	8292175.422	0.561
15.00	8292175.410	1.123

**Spostamenti trasverso (Combinazione n° 4)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	8292176.073	0.530
7.80	8292175.979	1.050
15.00	8292175.884	1.135

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	8292175.434	0.520
5.00	8292175.740	0.526
9.40	8292176.073	0.530

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	8292175.410	1.123
5.00	8292175.661	1.129
9.40	8292175.884	1.135

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 5)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	1960767.819	1.826
7.80	1960767.808	1.303

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 74 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

15.00                      1960767.796                      2.436

**Spostamenti trasverso (Combinazione n° 5)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	1960768.485	1.851
7.80	1960768.377	2.963
15.00	1960768.267	2.463

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	1960767.819	1.826
5.00	1960767.904	1.839
9.40	1960768.485	1.851

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	1960767.796	2.436
5.00	1960768.270	2.450
9.40	1960768.267	2.463

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 6)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	1690317.094	1.425
7.80	1690317.085	1.040
15.00	1690317.076	1.952

**Spostamenti trasverso (Combinazione n° 6)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	1690317.666	1.445
7.80	1690317.575	2.354
15.00	1690317.483	1.973

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	1690317.094	1.425
5.00	1690317.186	1.436
9.40	1690317.666	1.445

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	1690317.076	1.952
5.00	1690317.466	1.963
9.40	1690317.483	1.973

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 7)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	8102880.412	0.881
7.80	8102880.399	0.739
15.00	8102880.385	1.402

**Spostamenti trasverso (Combinazione n° 7)**

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 75 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	8102880.990	0.895
7.80	8102880.879	1.503
15.00	8102880.766	1.417

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	8102880.412	0.881
5.00	8102880.640	0.889
9.40	8102880.990	0.895

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	8102880.385	1.402
5.00	8102880.639	1.410
9.40	8102880.766	1.417

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 8)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	7197666.606	0.603
7.80	7197666.594	0.555
15.00	7197666.583	1.062

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 8)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	7197667.110	0.613
7.80	7197667.017	1.089
15.00	7197666.923	1.074

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	7197666.606	0.603
5.00	7197666.828	0.609
9.40	7197667.110	0.613

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	7197666.583	1.062
5.00	7197666.784	1.069
9.40	7197666.923	1.074

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 9)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	11565701.276	0.874
7.80	11565701.263	0.678
15.00	11565701.248	1.030

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 9)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	11565701.500	0.885
7.80	11565701.405	1.175
15.00	11565701.308	1.042

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	14	ST0300	REL	01	A	76 di 121

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	11565701.276	0.874
5.00	11565701.388	0.880
9.40	11565701.500	0.885

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	11565701.248	1.030
5.00	11565701.277	1.037
9.40	11565701.308	1.042

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 10)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	11951269.883	0.874
7.80	11951269.868	0.682
15.00	11951269.853	1.019

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 10)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	11951270.095	0.886
7.80	11951269.999	1.160
15.00	11951269.902	1.031

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 10)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	11951269.883	0.874
5.00	11951269.998	0.881
9.40	11951270.095	0.886

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 10)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	11951269.853	1.019
5.00	11951269.867	1.026
9.40	11951269.902	1.031

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 11)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	10660077.251	1.058
7.80	10660077.238	0.772
15.00	10660077.225	1.198

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 11)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	10660077.460	1.072
7.80	10660077.365	1.443
15.00	10660077.269	1.212

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 11)**

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 77 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	10660077.251	1.058
5.00	10660077.315	1.066
9.40	10660077.460	1.072

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 11)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	10660077.225	1.198
5.00	10660077.284	1.206
9.40	10660077.269	1.212

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 12)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	10985237.438	1.060
7.80	10985237.424	0.776
15.00	10985237.410	1.186

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 12)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	10985237.634	1.074
7.80	10985237.538	1.429
15.00	10985237.442	1.200

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 12)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	10985237.438	1.060
5.00	10985237.504	1.068
9.40	10985237.634	1.074

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 12)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	10985237.410	1.186
5.00	10985237.455	1.194
9.40	10985237.442	1.200

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 13)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	1690317.092	1.427
7.80	1690317.083	1.037
15.00	1690317.074	1.953

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 13)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	1690317.663	1.447
7.80	1690317.574	2.351
15.00	1690317.482	1.975

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 13)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	1690317.092	1.427
5.00	1690317.181	1.438

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 78 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	--------------------------

9.40 1690317.663 1.447

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 13)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	1690317.074	1.953
5.00	1690317.468	1.965
9.40	1690317.482	1.975

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 14)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	1352253.677	1.314
7.80	1352253.668	0.938
15.00	1352253.659	1.734

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 14)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	1352254.150	1.332
7.80	1352254.060	2.108
15.00	1352253.969	1.754

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 14)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	1352253.677	1.314
5.00	1352253.743	1.323
9.40	1352254.150	1.332

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 14)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	1352253.659	1.734
5.00	1352253.979	1.745
9.40	1352253.969	1.754

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 15)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	338063.428	0.975
7.80	338063.420	0.639
15.00	338063.412	1.080

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 15)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	338063.608	0.988
7.80	338063.518	1.394
15.00	338063.428	1.093

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 15)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	338063.428	0.975
5.00	338063.423	0.982
9.40	338063.608	0.988

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 15)**

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 79 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	--------------------------

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	338063.412	1.080
5.00	338063.514	1.087
9.40	338063.428	1.093

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 16)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	6575791.948	0.604
7.80	6575791.938	0.551
15.00	6575791.927	1.070

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 16)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	6575792.460	0.614
7.80	6575792.368	1.092
15.00	6575792.275	1.082

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 16)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	6575791.948	0.604
5.00	6575792.168	0.610
9.40	6575792.460	0.614

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 16)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	6575791.927	1.070
5.00	6575792.137	1.077
9.40	6575792.275	1.082

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 17)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	5760593.309	0.666
7.80	5760593.299	0.549
15.00	5760593.289	1.018

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 17)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	5760593.715	0.676
7.80	5760593.623	1.102
15.00	5760593.530	1.029

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 17)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	5760593.309	0.666
5.00	5760593.470	0.672
9.40	5760593.715	0.676

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 17)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	5760593.289	1.018
5.00	5760593.453	1.024
9.40	5760593.530	1.029

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 80 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 18)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	3314997.388	0.854
7.80	3314997.380	0.541
15.00	3314997.372	0.864

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 18)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	3314997.476	0.865
7.80	3314997.385	1.147
15.00	3314997.295	0.875

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 18)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	3314997.388	0.854
5.00	3314997.367	0.860
9.40	3314997.476	0.865

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 18)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0.60	3314997.372	0.864
5.00	3314997.401	0.870
9.40	3314997.295	0.875

## Sollecitazioni

### Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-2699.8613	-1429.0454	653.8738
7.80	2462.6375	-64.6924	653.8745
15.00	-2233.2508	1530.1881	653.8742

### Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1554.0478	1081.1535	177.1190
7.80	2150.1630	-52.2060	307.6192
15.00	-2305.8149	-1185.5656	438.1193

### Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-2699.8614	669.7637	1437.5535
5.00	-1217.9902	72.1947	1259.3535
9.40	-1554.0562	-177.2778	1081.1535

### Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-2233.2440	-637.8332	1541.9656
5.00	-1123.3030	67.7077	1363.7656
9.40	-2305.8031	421.9774	1185.5656

### Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-2167.4275	-1131.8829	530.7534
7.80	1951.1776	-56.1788	530.7530
15.00	-1765.1771	1219.0749	530.7535

### Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1253.6626	874.5823	150.9846
7.80	1732.8147	-45.0052	263.4848
15.00	-1901.7378	-964.5927	375.9844

### Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-2167.4215	544.3230	1138.5823
5.00	-960.0279	57.4771	1006.5823
9.40	-1253.6573	-150.8557	874.5823

### Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1765.1760	-517.0117	1228.5927
5.00	-878.4009	63.1278	1096.5927
9.40	-1901.7468	362.4696	964.5927

### Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 82 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1905.0570	-790.8612	798.1145
7.80	1156.8567	-64.1482	798.1082
15.00	-1434.2183	873.9811	798.1018

**Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 3)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-720.6061	437.8284	356.9119
7.80	700.6637	-43.0312	487.4155
15.00	-1340.2552	-523.8907	617.9102

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1905.0314	857.8216	794.2284
5.00	1.3032	77.3304	616.0284
9.40	-720.6160	-357.1904	437.8284

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1434.2212	-737.8999	880.2907
5.00	13.0195	33.3593	702.0907
9.40	-1340.2603	557.7809	523.8907

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1498.8848	-581.2975	674.4275
7.80	816.3456	-56.9660	674.4258
15.00	-1082.5755	653.8366	674.4275

**Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 4)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-542.1017	319.5260	324.9810
7.80	472.9708	-37.5614	437.4788
15.00	-1082.9864	-394.6489	549.9830

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1498.8842	728.3007	583.5260
5.00	123.5840	62.0044	451.5260
9.40	-542.0861	-324.6793	319.5260

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1082.5692	-620.4993	658.6489
5.00	129.9587	34.8859	526.6489
9.40	-1082.9827	496.1113	394.6489

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-2456.8335	-1309.6710	634.5026
7.80	2231.1253	-51.0477	634.5018

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 83 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

15.00                    -2083.5452                    1390.5851                    634.5011

**Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 5)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1509.4889	961.0947	199.6720
7.80	1800.0986	-41.7648	304.0720
15.00	-2110.9027	-1044.6244	408.4717

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-2456.8399	647.3501	1317.4947
5.00	-1074.1962	49.6097	1139.2947
9.40	-1509.4935	-199.7628	961.0947

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-2083.5526	-621.9225	1401.0244
5.00	-998.4559	62.0946	1222.8244
9.40	-2110.9124	395.9542	1044.6244

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1958.2878	-1028.9745	514.3658
7.80	1751.3040	-44.4159	514.3660
15.00	-1636.4875	1098.7281	514.3646

**Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 6)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1212.8637	771.0833	170.1153
7.80	1433.4211	-36.0042	260.1151
15.00	-1731.3238	-843.0916	350.1149

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1958.2891	525.3506	1035.0833
5.00	-835.0586	38.3490	903.0833
9.40	-1212.8598	-170.0345	771.0833

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1636.4907	-503.4473	1107.0916
5.00	-769.7622	58.0458	975.0916
9.40	-1731.3302	339.2850	843.0916

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1811.1588	-801.2040	742.8075
7.80	1188.5880	-48.1344	742.8065
15.00	-1448.9423	863.5323	742.8038

**Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 7)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-856.6714	448.5788	346.2117
7.80	642.0016	-32.2807	450.6083
15.00	-1321.5141	-513.1403	555.0085

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1811.1488	795.1383	804.9788
5.00	-100.7714	50.0994	626.7788
9.40	-856.6364	-345.5176	448.5788

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1448.9112	-689.6087	869.5403
5.00	-99.3695	29.4750	691.3403
9.40	-1321.4948	502.0338	513.1403

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1415.2547	-590.2419	623.3901
7.80	845.1818	-42.9793	623.3903
15.00	-1094.2551	644.7958	623.3855

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 8)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-655.2407	328.8274	311.5599
7.80	426.8017	-28.2601	401.5635
15.00	-1062.1856	-385.3475	491.5615

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1415.2618	670.3013	592.8274
5.00	30.0574	40.9071	460.8274
9.40	-655.2604	-311.9759	328.8274

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1094.2641	-576.9023	649.3475
5.00	28.5678	30.5839	517.3475
9.40	-1062.1648	444.5056	385.3475

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1493.3457	-668.1248	721.1091
7.80	875.7822	-11.4962	777.1134
15.00	-1395.8339	688.5436	833.1133

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 9)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-807.0319	373.6478	468.1483
7.80	500.1408	-10.5443	542.1460
15.00	-958.8693	-394.7363	616.1475

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 85 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1493.3554	796.4172	671.8698
5.00	223.7737	35.5097	522.7588
9.40	-807.0180	-467.9591	373.6478

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1395.8331	-757.9727	692.9583
5.00	238.3900	-14.4344	543.8473
9.40	-958.9368	542.5069	394.7363

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1514.5647	-669.9922	762.3203
7.80	859.3378	-10.4791	818.3197
15.00	-1422.3028	688.5129	874.3133

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 10)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-834.7169	375.5176	499.5543
7.80	482.6957	-9.5697	573.5567
15.00	-972.5201	-394.6569	647.5535

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 10)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1514.6460	841.3375	673.7396
5.00	284.2323	31.2177	524.6286
9.40	-834.7673	-500.7339	375.5176

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 10)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1422.3379	-797.4374	692.8789
5.00	294.2682	-13.8618	543.7679
9.40	-972.5202	569.9306	394.6569

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1576.2234	-757.7388	673.2090
7.80	1069.5389	-8.8350	729.2143
15.00	-1498.7393	777.4206	785.2099

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 11)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-938.8420	464.0526	425.4893
7.80	695.2451	-10.1395	499.4892
15.00	-1084.8505	-484.3315	573.4851

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 11)**

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 86 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	--------------------------

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1576.2617	743.0751	762.2745
5.00	10.3485	29.7682	613.1636
9.40	-938.8506	-425.7393	464.0526

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 11)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1498.7273	-715.6355	782.5535
5.00	36.2641	-12.8487	633.4425
9.40	-1084.8696	504.5545	484.3315

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 12)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1595.0020	-759.6285	711.4782
7.80	1054.5152	-7.6727	767.4769
15.00	-1524.1039	777.3630	823.4781

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 12)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-965.1088	465.9494	453.7972
7.80	679.4124	-9.1379	527.7956
15.00	-1096.6947	-484.2252	601.7942

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 12)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1594.9402	781.4826	764.1713
5.00	65.7639	23.5837	615.0603
9.40	-965.0667	-453.0976	465.9494

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 12)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1524.1347	-752.7247	782.4471
5.00	87.7673	-11.8796	633.3362
9.40	-1096.6914	530.3520	484.2252

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 13)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1945.7849	-1028.0713	482.0959
7.80	1758.6579	-44.4291	482.0955
15.00	-1623.9845	1097.8248	482.0943

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 13)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1124.0393	770.1881	134.2683
7.80	1519.0228	-36.0042	224.2680
15.00	-1642.4993	-842.1964	314.2679

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 13)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1945.7861	493.0867	1034.1881
5.00	-861.5962	50.2402	902.1881

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 87 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	--------------------------

9.40                    -1124.0407                    -134.2868                    770.1881

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 13)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1623.9871	-471.1968	1106.1964
5.00	-796.3131	45.8759	974.1964
9.40	-1642.4994	303.3050	842.1964

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 14)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1789.6481	-945.7595	478.5125
7.80	1589.8016	-35.0105	478.5121
15.00	-1532.2078	1001.5623	478.5122

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 14)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1018.7422	687.3889	140.0445
7.80	1352.1659	-28.8033	212.0453
15.00	-1433.5103	-744.9956	284.0450

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 14)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1789.6435	487.2118	951.3889
5.00	-730.8838	44.5526	819.3889
9.40	-1018.7380	-139.9633	687.3889

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 14)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1532.2066	-469.7042	1008.9956
5.00	-678.6541	32.4017	876.9956
9.40	-1433.5059	275.1724	744.9956

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 15)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1313.2556	-698.8134	460.9564
7.80	1089.6310	-6.7605	460.9564
15.00	-1248.8955	712.7641	460.9562

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 15)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-754.7495	438.9914	164.1813
7.80	799.6967	-7.2008	182.1815
15.00	-858.4415	-453.3931	200.1814

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 15)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1313.2558	463.1552	702.9914
5.00	-360.6926	20.4400	570.9914
9.40	-754.7505	-164.2036	438.9914

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 15)**

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 88 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1248.8974	-458.7995	717.3931
5.00	-347.6340	-1.1722	585.3931
9.40	-858.4414	197.9927	453.3931

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 16)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1395.1329	-588.4756	579.7575
7.80	858.6525	-43.4209	579.7534
15.00	-1074.1088	644.7352	579.7551

**Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 16)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-552.8114	327.0633	258.9548
7.80	519.7519	-29.1290	348.9526
15.00	-972.2690	-385.3213	438.9529

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 16)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1395.0975	621.7918	591.0633
5.00	-21.2150	52.8194	459.0633
9.40	-552.7952	-258.6166	327.0633

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 16)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1074.0795	-536.5268	649.3213
5.00	-15.1890	20.9347	517.3213
9.40	-972.2416	395.7151	385.3213

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 17)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1341.8439	-595.6239	551.3971
7.80	871.3436	-32.3683	551.4001
15.00	-1095.7316	637.5445	551.3985

**Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 17)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-572.0826	334.4774	241.7930
7.80	553.8622	-21.7149	313.7950
15.00	-884.7772	-377.9072	385.7932

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 17)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1341.8377	588.6507	598.4774
5.00	-60.0511	43.6753	466.4774
9.40	-572.0999	-242.1351	334.4774

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 17)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1095.7166	-513.7724	641.9072
5.00	-61.1431	8.5103	509.9072
9.40	-884.7819	348.4909	377.9072

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 89 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 18)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1173.9953	-617.0582	459.5090
7.80	915.8146	0.7834	459.5106
15.00	-1152.6184	615.9615	459.5085

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 18)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-681.7950	356.7197	197.1202
7.80	604.2944	0.5274	215.1198
15.00	-674.2005	-355.6649	233.1198

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 18)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1174.0029	481.1895	620.7197
5.00	-198.7116	13.2153	488.7197
9.40	-681.7947	-197.1414	356.7197

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 18)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1152.6161	-437.9693	619.6649
5.00	-221.0508	-23.3624	487.6649
9.40	-674.2121	211.8675	355.6649

## Verifiche combinazioni SLU

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in cm
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
N <sub>u</sub>	Sforzo normale ultimo, espressa in kN
M <sub>u</sub>	Momento ultimo, espressa in kNm
A <sub>ri</sub>	Area armatura inferiore, espressa in cm <sup>2</sup>
A <sub>fs</sub>	Area armatura superiore, espressa in cm <sup>2</sup>
CS	Coeff. di sicurezza sezione
V <sub>Rd</sub>	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN
A <sub>sw</sub>	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cm <sup>2</sup>

### Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

#### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	2699.86 (2699.86)	653.87	642.61	2653.36	53.09	53.09	0.98
2	7.80	-2462.64 (-2477.65)	653.87	709.35	-2687.87	53.09	53.09	1.08
3	15.00	2233.25 (2699.86)	653.87	642.61	2653.36	53.09	53.09	0.98

#### Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-1429.05	586.28	0.00	4975.03	0.00
2	7.80	-64.69	586.28	0.00	0.00	0.00
3	15.00	1530.19	586.28	0.00	4975.03	0.00

### Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

#### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1554.05 (-2305.81)	177.12	185.67	-2417.14	53.09	53.09	1.05
2	7.80	2150.16 (2158.57)	307.62	357.10	2505.76	53.09	53.09	1.16
3	15.00	-2305.81 (-2305.81)	438.12	489.07	-2573.99	53.09	53.09	1.12

#### Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	1081.15	517.15	0.00	4874.91	0.00
2	7.80	-52.21	536.07	0.00	0.00	0.00
3	15.00	-1185.57	555.00	0.00	4929.72	0.00

### Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

#### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-2699.86 (-2699.86)	1437.55	1623.61	-3049.30	19.01	53.09	1.13
2	5.00	-1217.99 (-1293.36)	1259.35	3838.23	-3941.87	19.01	53.09	3.05
3	9.40	-1554.06 (-1739.13)	1081.15	2004.74	-3224.82	19.01	53.09	1.85

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 91 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	669.76	699.91	0.00	0.00	0.00
2	5.00	72.19	674.08	0.00	0.00	0.00
3	9.40	-177.28	648.24	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-2233.24 (-2305.80)	1541.97	2224.09	-3325.82	19.01	53.09	1.44
2	5.00	-1123.30 (-1193.99)	1363.77	4827.78	-4226.77	19.01	53.09	3.54
3	9.40	-2305.80 (-2305.80)	1185.57	1550.55	-3015.65	19.01	53.09	1.31

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-637.83	715.05	0.00	0.00	0.00
2	5.00	67.71	689.22	0.00	0.00	0.00
3	9.40	421.98	663.38	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	2167.43 (2167.43)	530.75	650.78	2657.59	53.09	53.09	1.23
2	7.80	-1951.18 (-1965.14)	530.75	728.64	-2697.84	53.09	53.09	1.37
3	15.00	1765.18 (2167.43)	530.75	650.78	2657.59	53.09	53.09	1.23

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-1131.88	568.43	0.00	4949.17	0.00
2	7.80	-56.18	568.43	0.00	0.00	0.00
3	15.00	1219.07	568.43	0.00	4949.17	0.00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1253.66 (-1901.74)	150.98	192.17	-2420.50	53.09	53.09	1.27
2	7.80	1732.81 (1740.66)	263.48	381.18	2518.21	53.09	53.09	1.45
3	15.00	-1901.74 (-1901.74)	375.98	511.15	-2585.40	53.09	53.09	1.36

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	874.58	513.36	0.00	4869.42	0.00
2	7.80	-45.01	529.68	0.00	0.00	0.00

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 92 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

3    15.00    -964.59    545.99    0.00    4916.67    0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]**

Base sezione    B = 100 cm  
 Altezza sezione    H = 120.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-2167.42 (-2167.42)	1138.58	1594.90	-3036.08	19.01	53.09	1.40
2	5.00	-960.03 (-1020.03)	1006.58	3915.95	-3968.28	19.01	53.09	3.89
3	9.40	-1253.66 (-1411.15)	874.58	1996.19	-3220.87	19.01	53.09	2.28

**Verifiche taglio**

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	544.32	656.56	0.00	0.00	0.00
2	5.00	57.48	637.42	0.00	0.00	0.00
3	9.40	-150.86	618.28	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]**

Base sezione    B = 100 cm  
 Altezza sezione    H = 120.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1765.18 (-1901.75)	1228.59	2116.62	-3276.34	19.01	53.09	1.72
2	5.00	-878.40 (-944.31)	1096.59	4943.47	-4256.96	19.01	53.09	4.51
3	9.40	-1901.75 (-1901.75)	964.59	1523.19	-3003.06	19.01	53.09	1.58

**Verifiche taglio**

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-517.01	669.62	0.00	0.00	0.00
2	5.00	63.13	650.48	0.00	0.00	0.00
3	9.40	362.47	631.34	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1)]**

Base sezione    B = 100 cm  
 Altezza sezione    H = 120.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	1905.06 (1905.06)	798.11	1241.27	2962.85	53.09	53.09	1.56
2	7.80	-1156.86 (-1179.58)	798.11	2415.34	-3569.80	53.09	53.09	3.03
3	15.00	1434.22 (1905.06)	798.10	1241.25	2962.84	53.09	53.09	1.56

**Verifiche taglio**

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-790.86	607.20	0.00	5005.32	0.00
2	7.80	-64.15	607.20	0.00	0.00	0.00
3	15.00	873.98	607.19	0.00	5005.32	0.00

**Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1)]**

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 93 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-720.61 (-1177.70)	356.91	834.13	-2752.37	53.09	53.09	2.34
2	7.80	700.66 (714.40)	487.42	2446.61	3585.97	53.09	53.09	5.02
3	15.00	-1340.26 (-1340.26)	617.91	1405.02	-3047.50	53.09	53.09	2.27

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	437.83	543.22	0.00	0.00	0.00
2	7.80	-43.03	562.14	0.00	0.00	0.00
3	15.00	-523.89	581.07	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1)]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1905.03 (-1905.03)	794.23	1187.57	-2848.50	19.01	53.09	1.50
2	5.00	1.30 (24.21)	616.03	20544.93	807.40	19.01	53.09	33.35
3	9.40	-720.62 (-1093.52)	437.83	1129.85	-2821.92	19.01	53.09	2.58

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	857.82	606.63	0.00	5004.50	0.00
2	5.00	77.33	487.31	0.00	0.00	0.00
3	9.40	-357.19	554.95	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1)]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1434.22 (-1434.22)	880.29	1969.29	-3208.49	19.01	53.09	2.24
2	5.00	13.02 (16.05)	702.09	20684.67	472.77	19.01	53.09	29.46
3	9.40	-1340.26 (-1434.22)	523.89	1010.75	-2767.08	19.01	53.09	1.93

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-737.90	619.11	0.00	5022.58	0.00
2	5.00	33.36	499.79	0.00	0.00	0.00
3	9.40	557.78	567.43	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A2-M2)]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	1498.88 (1498.88)	674.43	1360.99	3024.74	53.09	53.09	2.02

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	14	ST0300	REL	01	A	94 di 121

2	7.80	-816.35 (-839.80)	674.43	3157.32	-3931.54	53.09	53.09	4.68
3	15.00	1082.58 (1498.88)	674.43	1360.99	3024.74	53.09	53.09	2.02

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-581.30	589.26	0.00	0.00	0.00
2	7.80	-56.97	589.26	0.00	0.00	0.00
3	15.00	653.84	589.26	0.00	4979.34	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A2-M2)]

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-542.10 (-875.69)	324.98	1065.92	-2872.20	53.09	53.09	3.28
2	7.80	472.97 (487.19)	437.48	3743.71	4169.07	53.09	53.09	8.56
3	15.00	-1082.99 (-1082.99)	549.98	1598.41	-3147.48	53.09	53.09	2.91

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	319.53	538.59	0.00	0.00	0.00
2	7.80	-37.56	554.90	0.00	0.00	0.00
3	15.00	-394.65	571.22	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A2-M2)]

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1498.88 (-1498.88)	583.53	1091.77	-2804.38	19.01	53.09	1.87
2	5.00	123.58 (140.66)	451.53	14733.22	4589.74	19.01	53.09	32.63
3	9.40	-542.09 (-881.05)	319.53	1002.07	-2763.08	19.01	53.09	3.14

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	728.30	576.08	0.00	4960.25	0.00
2	5.00	62.00	463.46	0.00	0.00	0.00
3	9.40	-324.68	537.80	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A2-M2)]

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1082.57 (-1082.98)	658.65	1944.36	-3197.01	19.01	53.09	2.95
2	5.00	129.96 (133.91)	526.65	16576.41	4214.94	19.01	53.09	31.48
3	9.40	-1082.98 (-1082.98)	394.65	1007.86	-2765.74	19.01	53.09	2.55

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
----	---	---	-----------------	------------------	------------------	-----------------

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 95 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

1	0.60	-620.50	586.97	0.00	4976.03	0.00
2	5.00	34.89	474.35	0.00	0.00	0.00
3	9.40	496.11	548.69	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A1-M1)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	2456.83 (2456.83)	634.50	691.83	2678.81	53.09	53.09	1.09
2	7.80	-2231.13 (-2241.62)	634.50	769.63	-2719.03	53.09	53.09	1.21
3	15.00	2083.55 (2456.83)	634.50	691.83	2678.81	53.09	53.09	1.09

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-1309.67	583.47	0.00	4970.96	0.00
2	7.80	-51.05	583.47	0.00	0.00	0.00
3	15.00	1390.59	583.47	0.00	4970.96	0.00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A1-M1)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1509.49 (-2110.90)	199.67	230.85	-2440.50	53.09	53.09	1.16
2	7.80	1800.10 (1805.82)	304.07	428.11	2542.48	53.09	53.09	1.41
3	15.00	-2110.90 (-2110.90)	408.47	499.08	-2579.16	53.09	53.09	1.22

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	961.09	520.42	0.00	4879.65	0.00
2	7.80	-41.76	535.56	0.00	0.00	0.00
3	15.00	-1044.62	550.70	0.00	4923.49	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A1-M1)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-2456.84 (-2456.84)	1317.49	1639.01	-3056.39	19.01	53.09	1.24
2	5.00	-1074.20 (-1125.99)	1139.29	4067.15	-4019.65	19.01	53.09	3.57
3	9.40	-1509.49 (-1718.05)	961.09	1734.34	-3100.29	19.01	53.09	1.80

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	647.35	682.51	0.00	0.00	0.00
2	5.00	49.61	656.67	0.00	0.00	0.00
3	9.40	-199.76	630.83	0.00	0.00	0.00

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 96 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	--------------------------

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A1-M1)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-2083.55 (-2110.91)	1401.02	2200.01	-3314.74	19.01	53.09	1.57
2	5.00	-998.46 (-1063.28)	1222.82	4875.22	-4239.15	19.01	53.09	3.99
3	9.40	-2110.91 (-2110.91)	1044.62	1475.18	-2980.95	19.01	53.09	1.41

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-621.92	694.62	0.00	0.00	0.00
2	5.00	62.09	668.78	0.00	0.00	0.00
3	9.40	395.95	642.94	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A2-M2)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	1958.29 (1958.29)	514.37	705.47	2685.86	53.09	53.09	1.37
2	7.80	-1751.30 (-1761.24)	514.37	798.43	-2733.92	53.09	53.09	1.55
3	15.00	1636.49 (1958.29)	514.36	705.47	2685.86	53.09	53.09	1.37

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-1028.97	566.05	0.00	4945.73	0.00
2	7.80	-44.42	566.05	0.00	0.00	0.00
3	15.00	1098.73	566.05	0.00	4945.73	0.00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A2-M2)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1212.86 (-1731.32)	170.12	240.28	-2445.37	53.09	53.09	1.41
2	7.80	1433.42 (1438.95)	260.12	462.84	2560.43	53.09	53.09	1.78
3	15.00	-1731.32 (-1731.32)	350.11	524.19	-2592.15	53.09	53.09	1.50

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	771.08	516.14	0.00	4873.44	0.00
2	7.80	-36.00	529.19	0.00	0.00	0.00
3	15.00	-843.09	542.24	0.00	4911.24	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A2-M2)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 97 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1958.29 (-1958.29)	1035.08	1607.94	-3042.08	19.01	53.09	1.55
2	5.00	-835.06 (-875.09)	903.08	4190.25	-4060.39	19.01	53.09	4.64
3	9.40	-1212.86 (-1390.38)	771.08	1714.25	-3091.04	19.01	53.09	2.22

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	525.35	641.56	0.00	0.00	0.00
2	5.00	38.35	622.42	0.00	0.00	0.00
3	9.40	-170.03	603.28	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A2-M2)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1636.49 (-1731.33)	1107.09	2086.03	-3262.25	19.01	53.09	1.88
2	5.00	-769.76 (-830.36)	975.09	5023.45	-4277.83	19.01	53.09	5.15
3	9.40	-1731.33 (-1731.33)	843.09	1444.79	-2966.95	19.01	53.09	1.71

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-503.45	652.00	0.00	0.00	0.00
2	5.00	58.05	632.86	0.00	0.00	0.00
3	9.40	339.29	613.72	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A1-M1)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	1811.16 (1811.16)	742.81	1208.12	2945.71	53.09	53.09	1.63
2	7.80	-1188.59 (-1201.95)	742.81	2107.93	-3410.88	53.09	53.09	2.84
3	15.00	1448.94 (1811.16)	742.80	1208.11	2945.71	53.09	53.09	1.63

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-801.20	599.18	0.00	4993.70	0.00
2	7.80	-48.13	599.18	0.00	0.00	0.00
3	15.00	863.53	599.18	0.00	4993.70	0.00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A1-M1)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-856.67 (-1321.51)	346.21	703.36	-2684.77	53.09	53.09	2.03
2	7.80	642.00 (649.50)	450.61	2510.93	3619.22	53.09	53.09	5.57
3	15.00	-1321.51 (-1321.51)	555.01	1245.19	-2964.87	53.09	53.09	2.24

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 98 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	---------------------------

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	448.58	541.67	0.00	0.00	0.00
2	7.80	-32.28	556.81	0.00	0.00	0.00
3	15.00	-513.14	571.95	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A1-M1)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1811.15 (-1811.15)	804.98	1286.23	-2893.93	19.01	53.09	1.60
2	5.00	-100.77 (-153.08)	626.78	15006.33	-3664.92	19.01	53.09	23.94
3	9.40	-856.64 (-1217.36)	448.58	1021.44	-2772.00	19.01	53.09	2.28

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	795.14	608.19	0.00	5006.76	0.00
2	5.00	50.10	582.35	0.00	0.00	0.00
3	9.40	-345.52	556.51	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A1-M1)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1448.91 (-1448.91)	869.54	1908.81	-3180.63	19.01	53.09	2.20
2	5.00	-99.37 (-130.14)	691.34	16667.94	-3137.66	19.01	53.09	24.11
3	9.40	-1321.49 (-1448.91)	513.14	973.98	-2750.14	19.01	53.09	1.90

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-689.61	617.55	0.00	5020.32	0.00
2	5.00	29.47	591.71	0.00	0.00	0.00
3	9.40	502.03	565.87	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A2-M2)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	1415.25 (1415.25)	623.39	1323.89	3005.56	53.09	53.09	2.12
2	7.80	-845.18 (-859.09)	623.39	2695.50	-3714.64	53.09	53.09	4.32
3	15.00	1094.26 (1415.25)	623.39	1323.87	3005.55	53.09	53.09	2.12

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-590.24	581.86	0.00	4968.63	0.00
2	7.80	-42.98	581.86	0.00	0.00	0.00
3	15.00	644.80	581.86	0.00	4968.63	0.00

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag.di Pag. 99 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	--------------------------

**Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A2-M2)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-655.24 (-998.54)	311.56	863.53	-2767.57	53.09	53.09	2.77
2	7.80	426.80 (434.85)	401.56	3913.44	4237.82	53.09	53.09	9.75
3	15.00	-1062.19 (-1062.19)	491.56	1412.00	-3051.11	53.09	53.09	2.87

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	328.83	536.65	0.00	0.00	0.00
2	7.80	-28.26	549.70	0.00	0.00	0.00
3	15.00	-385.35	562.75	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A2-M2)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1415.26 (-1415.26)	592.83	1194.53	-2851.70	19.01	53.09	2.01
2	5.00	30.06 (37.67)	460.83	20192.87	1650.48	19.01	53.09	43.82
3	9.40	-655.26 (-980.96)	328.83	912.36	-2721.76	19.01	53.09	2.77

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	670.30	577.43	0.00	4962.21	0.00
2	5.00	40.91	464.81	0.00	0.00	0.00
3	9.40	-311.98	539.15	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A2-M2)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1094.26 (-1094.26)	649.35	1879.38	-3167.08	19.01	53.09	2.89
2	5.00	28.57 (31.88)	517.35	20358.19	1254.58	19.01	53.09	39.35
3	9.40	-1062.16 (-1094.26)	385.35	967.40	-2747.11	19.01	53.09	2.51

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-576.90	585.62	0.00	0.00	0.00
2	5.00	30.58	473.01	0.00	0.00	0.00
3	9.40	444.51	547.34	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 9 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 100 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	1493.35 (1493.35)	721.11	1493.73	3093.36	53.09	53.09	2.07
2	7.80	-875.78 (-877.09)	777.11	3665.91	-4137.56	53.09	53.09	4.72
3	15.00	1395.83 (1493.35)	833.11	1819.77	3261.91	53.09	53.09	2.18

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-668.12	596.03	0.00	4989.15	0.00
2	7.80	-11.50	604.15	0.00	0.00	0.00
3	15.00	688.54	612.27	0.00	5012.67	0.00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 9 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo ]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-807.03 (-958.87)	468.15	1515.85	-3104.80	53.09	53.09	3.24
2	7.80	500.14 (501.18)	542.15	5011.63	4632.96	53.09	53.09	9.24
3	15.00	-958.87 (-958.87)	616.15	2233.45	-3475.77	53.09	53.09	3.62

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	373.65	559.35	0.00	0.00	0.00
2	7.80	-10.54	570.08	0.00	0.00	0.00
3	15.00	-394.74	580.81	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo ]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1493.36 (-1493.36)	671.87	1306.12	-2903.09	19.01	53.09	1.94
2	5.00	223.77 (228.19)	522.76	11064.08	4829.55	19.01	53.09	21.16
3	9.40	-807.02 (-1295.57)	373.65	765.46	-2654.12	19.01	53.09	2.05

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	796.42	588.89	0.00	4978.81	0.00
2	5.00	35.51	473.79	0.00	0.00	0.00
3	9.40	-467.96	545.65	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 9 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo ]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1395.83 (-1395.83)	692.96	1481.28	-2983.76	19.01	53.09	2.14
2	5.00	238.39 (239.75)	543.85	10922.43	4815.02	19.01	53.09	20.08
3	9.40	-958.94 (-1395.83)	394.74	748.35	-2646.23	19.01	53.09	1.90

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 101 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-757.97	591.95	0.00	4983.24	0.00
2	5.00	-14.43	476.85	0.00	0.00	0.00
3	9.40	542.51	548.71	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 10 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	1514.56 (1514.56)	762.32	1579.21	3137.55	53.09	53.09	2.07
2	7.80	-859.34 (-860.45)	818.32	4103.61	-4314.86	53.09	53.09	5.01
3	15.00	1422.30 (1514.56)	874.31	1909.90	3308.51	53.09	53.09	2.18

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-669.99	602.01	0.00	4997.80	0.00
2	7.80	-10.48	610.13	0.00	0.00	0.00
3	15.00	688.51	618.25	0.00	5021.32	0.00

**Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 10 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-834.72 (-972.52)	499.55	1623.40	-3160.40	53.09	53.09	3.25
2	7.80	482.70 (483.55)	573.56	5787.78	4879.48	53.09	53.09	10.09
3	15.00	-972.52 (-972.52)	647.55	2356.81	-3539.54	53.09	53.09	3.64

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	375.52	563.90	0.00	0.00	0.00
2	7.80	-9.57	574.64	0.00	0.00	0.00
3	15.00	-394.66	585.36	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 10 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1514.65 (-1514.65)	673.74	1287.54	-2894.54	19.01	53.09	1.91
2	5.00	284.23 (287.48)	524.63	7904.90	4331.69	19.01	53.09	15.07
3	9.40	-834.77 (-1357.53)	375.52	729.61	-2637.61	19.01	53.09	1.94

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	841.34	589.16	0.00	4979.20	0.00
2	5.00	31.22	474.06	0.00	0.00	0.00

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 102 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

3	9.40	-500.73	545.92	0.00	0.00	0.00
---	------	---------	--------	------	------	------

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 10 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1422.34 (-1422.34)	692.88	1445.48	-2967.27	19.01	53.09	2.09
2	5.00	294.27 (295.52)	543.77	8028.45	4363.15	19.01	53.09	14.76
3	9.40	-972.52 (-1422.34)	394.66	732.19	-2638.79	19.01	53.09	1.86

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-797.44	591.94	0.00	4983.22	0.00
2	5.00	-13.86	476.84	0.00	0.00	0.00
3	9.40	569.93	548.69	0.00	4920.59	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 11 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	1576.22 (1576.22)	673.21	1272.29	2978.88	53.09	53.09	1.89
2	7.80	-1069.54 (-1070.34)	729.21	2441.19	-3583.17	53.09	53.09	3.35
3	15.00	1498.74 (1576.22)	785.21	1557.38	3126.27	53.09	53.09	1.98

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-757.74	589.08	0.00	4979.09	0.00
2	7.80	-8.83	597.21	0.00	0.00	0.00
3	15.00	777.42	605.33	0.00	5002.61	0.00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 11 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-938.84 (-1084.85)	425.49	1141.91	-2911.49	53.09	53.09	2.68
2	7.80	695.25 (695.97)	499.49	2648.50	3690.34	53.09	53.09	5.30
3	15.00	-1084.85 (-1084.85)	573.49	1688.46	-3194.03	53.09	53.09	2.94

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	464.05	553.17	0.00	0.00	0.00
2	7.80	-10.14	563.89	0.00	0.00	0.00
3	15.00	-484.33	574.62	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 11 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]**

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 103 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1576.26 (-1576.26)	762.27	1431.95	-2961.04	19.01	53.09	1.88
2	5.00	10.35 (13.71)	613.16	20688.90	462.63	19.01	53.09	33.74
3	9.40	-938.85 (-1383.32)	464.05	913.18	-2722.14	19.01	53.09	1.97

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	743.08	602.00	0.00	4997.79	0.00
2	5.00	29.77	486.90	0.00	0.00	0.00
3	9.40	-425.74	558.76	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 11 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1498.73 (-1498.73)	782.55	1582.23	-3030.24	19.01	53.09	2.02
2	5.00	36.26 (37.34)	633.44	20380.38	1201.44	19.01	53.09	32.17
3	9.40	-1084.87 (-1498.73)	484.33	873.84	-2704.02	19.01	53.09	1.80

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-715.64	604.94	0.00	5002.05	0.00
2	5.00	-12.85	489.84	0.00	0.00	0.00
3	9.40	504.55	561.70	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 12 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	1595.00 (1595.00)	711.48	1345.72	3016.84	53.09	53.09	1.89
2	7.80	-1054.52 (-1055.20)	767.48	2705.54	-3719.83	53.09	53.09	3.53
3	15.00	1524.10 (1595.00)	823.48	1634.68	3166.23	53.09	53.09	1.99

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-759.63	594.63	0.00	4987.12	0.00
2	7.80	-7.67	602.75	0.00	0.00	0.00
3	15.00	777.36	610.87	0.00	5010.64	0.00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 12 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-965.11 (-1096.69)	453.80	1221.83	-2952.80	53.09	53.09	2.69

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 104 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

2	7.80	679.41 (679.94)	527.80	3003.40	3869.19	53.09	53.09	5.69
3	15.00	-1096.69 (-1096.69)	601.79	1778.11	-3240.37	53.09	53.09	2.95

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	465.95	557.27	0.00	0.00	0.00
2	7.80	-9.14	568.00	0.00	0.00	0.00
3	15.00	-484.23	578.73	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 12 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1594.94 (-1594.94)	764.17	1414.95	-2953.21	19.01	53.09	1.85
2	5.00	65.76 (68.00)	615.06	19960.60	2206.69	19.01	53.09	32.45
3	9.40	-965.07 (-1438.10)	465.95	876.51	-2705.26	19.01	53.09	1.88

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	781.48	602.27	0.00	4998.19	0.00
2	5.00	23.58	487.17	0.00	0.00	0.00
3	9.40	-453.10	559.03	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 12 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-1524.13 (-1524.13)	782.45	1547.41	-3014.21	19.01	53.09	1.98
2	5.00	87.77 (88.83)	633.34	19726.72	2766.78	19.01	53.09	31.15
3	9.40	-1096.69 (-1524.13)	484.23	856.55	-2696.06	19.01	53.09	1.77

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-752.72	604.92	0.00	5002.03	0.00
2	5.00	-11.88	489.82	0.00	0.00	0.00
3	9.40	530.35	561.68	0.00	0.00	0.00

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 105 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

## 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 <sub>fi</sub>	Area armatura inferiore, espressa in cmq
A <sub>fs</sub>	Area armatura superiore, espressa in cmq
□ <sub>fi</sub>	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espressa in MPa
□ <sub>fs</sub>	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espressa in MPa
□ <sub>c</sub>	Tensione nel calcestruzzo, espressa in MPa
□ <sub>c</sub>	Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espressa in MPa
A <sub>sw</sub>	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq

### Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

#### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>fs</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>c</sub>
1	0.60	1945.78	482.10	53.09	53.09	134.34	302.19	7.14
2	7.80	-1758.66	482.10	53.09	53.09	269.44	122.25	6.49
3	15.00	1623.98	482.09	53.09	53.09	113.53	245.89	6.02

#### Verifiche taglio

N°	X	V	□ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-1028.07	-1.043	0.00
2	7.80	-44.43	-0.045	0.00
3	15.00	1097.82	1.113	0.00

### Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

#### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>fs</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>c</sub>
1	0.60	-1124.04	134.27	53.09	53.09	186.19	74.93	4.01
2	7.80	1519.02	224.27	53.09	53.09	102.08	248.14	5.46
3	15.00	-1642.50	314.27	53.09	53.09	262.52	111.72	5.96

#### Verifiche taglio

N°	X	V	□ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	770.19	0.781	0.00
2	7.80	-36.00	-0.037	0.00
3	15.00	-842.20	-0.854	0.00

### Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

#### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>fs</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>c</sub>
1	0.60	-1945.79	1034.19	19.01	53.09	272.78	173.90	9.04
2	5.00	-861.60	902.19	19.01	53.09	91.25	83.46	4.27
3	9.40	-1124.04	770.19	19.01	53.09	145.54	103.20	5.34

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 106 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

Verifiche taglio

N°	X	V	$\sigma_c$	A <sub>sw</sub>
1	0.60	493.09	0.500	0.00
2	5.00	50.24	0.051	0.00
3	9.40	-134.29	-0.136	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.60	-1623.99	1106.20	19.01	53.09	210.72	148.99	7.71
2	5.00	-796.31	974.20	19.01	53.09	75.93	78.89	4.02
3	9.40	-1642.50	842.20	19.01	53.09	232.45	146.29	7.61

Verifiche taglio

N°	X	V	$\sigma_c$	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-471.20	-0.478	0.00
2	5.00	45.88	0.047	0.00
3	9.40	303.31	0.308	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.60	1789.65	478.51	53.09	53.09	124.19	275.15	6.59
2	7.80	-1589.80	478.51	53.09	53.09	240.19	111.26	5.90
3	15.00	1532.21	478.51	53.09	53.09	107.53	230.12	5.69

Verifiche taglio

N°	X	V	$\sigma_c$	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-945.76	-0.959	0.00
2	7.80	-35.01	-0.036	0.00
3	15.00	1001.56	1.016	0.00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.60	-1018.74	140.04	53.09	53.09	167.26	68.26	3.65
2	7.80	1352.17	212.05	53.09	53.09	91.10	219.88	4.87
3	15.00	-1433.51	284.05	53.09	53.09	228.33	97.68	5.21

Verifiche taglio

N°	X	V	$\sigma_c$	A <sub>sw</sub>
1	0.60	687.39	0.697	0.00
2	7.80	-28.80	-0.029	0.00
3	15.00	-745.00	-0.756	0.00

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 107 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>fs</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>c</sub>
1	0.60	-1789.64	951.39	19.01	53.09	250.87	159.95	8.32
2	5.00	-730.88	819.39	19.01	53.09	74.11	71.48	3.65
3	9.40	-1018.74	687.39	19.01	53.09	132.63	93.37	4.83

Verifiche taglio

N°	X	V	□ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	487.21	0.494	0.00
2	5.00	44.55	0.045	0.00
3	9.40	-139.96	-0.142	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>fs</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>c</sub>
1	0.60	-1532.21	1009.00	19.01	53.09	201.19	140.04	7.25
2	5.00	-678.65	877.00	19.01	53.09	62.03	67.79	3.45
3	9.40	-1433.51	745.00	19.01	53.09	202.16	127.84	6.65

Verifiche taglio

N°	X	V	□ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-469.70	-0.476	0.00
2	5.00	32.40	0.033	0.00
3	9.40	275.17	0.279	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>fs</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>c</sub>
1	0.60	1313.26	460.96	53.09	53.09	93.03	193.24	4.92
2	7.80	-1089.63	460.96	53.09	53.09	154.24	78.48	4.13
3	15.00	1248.90	460.96	53.09	53.09	88.85	182.01	4.69

Verifiche taglio

N°	X	V	□ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-698.81	-0.709	0.00
2	7.80	-6.76	-0.007	0.00
3	15.00	712.76	0.723	0.00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]**

Base sezione B = 100 cm

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 108 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>fs</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>c</sub>
1	0.60	-754.75	164.18	53.09	53.09	119.04	51.70	2.75
2	7.80	799.70	182.18	53.09	53.09	54.93	125.47	2.92
3	15.00	-858.44	200.18	53.09	53.09	134.32	59.05	3.14

Verifiche taglio

N°	X	V	□ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	438.99	0.445	0.00
2	7.80	-7.20	-0.007	0.00
3	15.00	-453.39	-0.460	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>fs</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>c</sub>
1	0.60	-1313.26	702.99	19.01	53.09	183.75	117.45	6.11
2	5.00	-360.69	570.99	19.01	53.09	27.35	37.23	1.88
3	9.40	-754.75	438.99	19.01	53.09	103.14	68.07	3.53

Verifiche taglio

N°	X	V	□ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	463.16	0.470	0.00
2	5.00	20.44	0.021	0.00
3	9.40	-164.20	-0.167	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>fs</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>c</sub>
1	0.60	-1248.90	717.39	19.01	53.09	171.29	112.49	5.84
2	5.00	-347.63	585.39	19.01	53.09	24.63	36.27	1.83
3	9.40	-858.44	453.39	19.01	53.09	120.55	76.68	3.99

Verifiche taglio

N°	X	V	□ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-458.80	-0.465	0.00
2	5.00	-1.17	-0.001	0.00
3	9.40	197.99	0.201	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>fs</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>c</sub>
1	0.60	1395.13	579.76	53.09	53.09	100.31	198.29	5.28
2	7.80	-858.65	579.75	53.09	53.09	105.27	65.09	3.39

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 109 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

3	15.00	1074.11	579.76	53.09	53.09	79.32	142.48	4.15
---	-------	---------	--------	-------	-------	-------	--------	------

Verifiche taglio

N°	X	V	$\sigma_c$	$A_{sw}$
1	0.60	-588.48	-0.597	0.00
2	7.80	-43.42	-0.044	0.00
3	15.00	644.74	0.654	0.00

**Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.60	-552.81	258.95	53.09	53.09	76.32	40.22	2.11
2	7.80	519.75	348.95	53.09	53.09	39.38	63.86	2.05
3	15.00	-972.27	438.95	53.09	53.09	135.50	70.47	3.71

Verifiche taglio

N°	X	V	$\sigma_c$	$A_{sw}$
1	0.60	327.06	0.332	0.00
2	7.80	-29.13	-0.030	0.00
3	15.00	-385.32	-0.391	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.60	-1395.10	591.06	19.01	53.09	206.38	122.13	6.37
2	5.00	-21.21	459.06	19.01	53.09	5.09	9.40	0.45
3	9.40	-552.80	327.06	19.01	53.09	75.15	49.94	2.59

Verifiche taglio

N°	X	V	$\sigma_c$	$A_{sw}$
1	0.60	621.79	0.631	0.00
2	5.00	52.82	0.054	0.00
3	9.40	-258.62	-0.262	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.60	-1074.08	649.32	19.01	53.09	145.05	97.26	5.04
2	5.00	-15.19	517.32	19.01	53.09	6.25	10.03	0.48
3	9.40	-972.24	385.32	19.01	53.09	145.76	84.65	4.42

Verifiche taglio

N°	X	V	$\sigma_c$	$A_{sw}$
1	0.60	-536.53	-0.544	0.00

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 110 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

2	5.00	20.93	0.021	0.00
3	9.40	395.72	0.401	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>fs</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>c</sub>
1	0.60	1341.84	551.40	53.09	53.09	96.38	191.19	5.08
2	7.80	-871.34	551.40	53.09	53.09	109.53	65.54	3.42
3	15.00	1095.73	551.40	53.09	53.09	80.31	148.37	4.21

Verifiche taglio

N°	X	V	□ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-595.62	-0.604	0.00
2	7.80	-32.37	-0.033	0.00
3	15.00	637.54	0.647	0.00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>fs</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>c</sub>
1	0.60	-572.08	241.79	53.09	53.09	80.99	41.20	2.17
2	7.80	553.86	313.80	53.09	53.09	41.12	72.35	2.15
3	15.00	-884.78	385.79	53.09	53.09	124.35	63.91	3.36

Verifiche taglio

N°	X	V	□ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	334.48	0.339	0.00
2	7.80	-21.71	-0.022	0.00
3	15.00	-377.91	-0.383	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>fs</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>c</sub>
1	0.60	-1341.84	598.48	19.01	53.09	196.33	117.99	6.15
2	5.00	-60.05	466.48	19.01	53.09	2.92	12.06	0.59
3	9.40	-572.10	334.48	19.01	53.09	78.06	51.63	2.68

Verifiche taglio

N°	X	V	□ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	588.65	0.597	0.00
2	5.00	43.68	0.044	0.00
3	9.40	-242.14	-0.246	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]**

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 111 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>fs</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>c</sub>
1	0.60	-1095.72	641.91	19.01	53.09	149.41	98.90	5.13
2	5.00	-61.14	509.91	19.01	53.09	3.46	12.89	0.63
3	9.40	-884.78	377.91	19.01	53.09	130.67	77.51	4.05

Verifiche taglio

N°	X	V	□ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-513.77	-0.521	0.00
2	5.00	8.51	0.009	0.00
3	9.40	348.49	0.353	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>fs</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>c</sub>
1	0.60	1174.00	459.51	53.09	53.09	83.95	169.05	4.43
2	7.80	-915.81	459.51	53.09	53.09	124.11	67.10	3.52
3	15.00	1152.62	459.51	53.09	53.09	82.56	165.33	4.35

Verifiche taglio

N°	X	V	□ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-617.06	-0.626	0.00
2	7.80	0.78	0.001	0.00
3	15.00	615.96	0.625	0.00

**Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>fs</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>c</sub>
1	0.60	-681.79	197.12	53.09	53.09	103.65	47.57	2.52
2	7.80	604.29	215.12	53.09	53.09	42.86	88.69	2.26
3	15.00	-674.20	233.12	53.09	53.09	99.48	47.70	2.52

Verifiche taglio

N°	X	V	□ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	356.72	0.362	0.00
2	7.80	0.53	0.001	0.00
3	15.00	-355.66	-0.361	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>fs</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>c</sub>
----	---	---	---	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	----------------



## 2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 112 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

1	0.60	-1174.00	620.72	19.01	53.09	164.81	104.87	5.45
2	5.00	-198.71	488.72	19.01	53.09	7.88	22.49	1.12
3	9.40	-681.79	356.72	19.01	53.09	95.98	60.84	3.16

### Verifiche taglio

N°	X	V	$\sigma_c$	$A_{sw}$
1	0.60	481.19	0.488	0.00
2	5.00	13.22	0.013	0.00
3	9.40	-197.14	-0.200	0.00

### Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 120.00 cm

### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.60	-1152.62	619.66	19.01	53.09	161.08	103.13	5.36
2	5.00	-221.05	487.66	19.01	53.09	10.73	24.35	1.22
3	9.40	-674.21	355.66	19.01	53.09	94.71	60.21	3.13

### Verifiche taglio

N°	X	V	$\sigma_c$	$A_{sw}$
1	0.60	-437.97	-0.444	0.00
2	5.00	-23.36	-0.024	0.00
3	9.40	211.87	0.215	0.00

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 113 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

## Verifiche fessurazione

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X <sub>i</sub>	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M <sub>p</sub>	Momento, espresse in kNm
M <sub>n</sub>	Momento, espresse in kNm
W <sub>k</sub>	Ampiezza fessure, espresse in mm
W <sub>iim</sub>	Apertura limite fessure, espresse in mm
s	Distanza media tra le fessure, espresse in mm
<input type="checkbox"/> sm	Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

### Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-					
	597.371945.78	0.30	100.00	126.21	0.000136					
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
	1758.660.26	100.00	126.21	0.000119						
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-					
	597.371623.98	0.23	100.00	126.21	0.000107					

### Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
	1124.040.16	100.00	126.21	0.000075						
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-					
	597.371519.02	0.24	100.00	126.21	0.000108					
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
	1642.500.25	100.00	126.21	0.000115						

### Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
	1945.790.26	100.00	126.21	0.000121						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
	861.60 0.04	100.00	126.21	0.000017						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
	1124.040.11	100.00	126.21	0.000053						

### Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
	1623.990.19	100.00	126.21	0.000089						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
	796.31 0.03	100.00	126.21	0.000014						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
	1642.500.22	100.00	126.21	0.000100						

### Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-					
	597.371789.65	0.27	0.30	126.21	0.000122					

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 114 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

2	7.80	53.09	53.09	597.37	-597.37	-
1589.800.23		0.30	126.21	0.000104		
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-	
597.371532.21		0.22	0.30	126.21	0.000099	

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
1018.740.14		0.30	126.21	0.000065						
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-					
597.371352.17		0.20	0.30	126.21	0.000093					
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
1433.510.21		0.30	126.21	0.000098						

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
1789.640.24		0.30	126.21	0.000110						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
730.88	0.03	0.30	126.21	0.000014						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
1018.740.10		0.30	126.21	0.000045						

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 14 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
1532.210.18		0.30	126.21	0.000084						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
678.65	0.03	0.30	126.21	0.000012						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
1433.510.18		0.30	126.21	0.000084						

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-					
597.371313.26		0.17	0.20	126.21	0.000079					
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
1089.630.12		0.20	126.21	0.000057						
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-					
597.371248.90		0.16	0.20	126.21	0.000073					

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
754.75	0.08	0.20	126.21	0.000036						
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-					
597.37799.70		0.09	0.20	126.21	0.000040					
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
858.44	0.10	0.20	126.21	0.000045						

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 115 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
1313.260.16		0.20	126.21	0.000074						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
360.69	0.00	0.20	0.00	0.000000						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
754.75	0.06	0.20	126.21	0.000025						

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 15 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
1248.900.15		0.20	126.21	0.000067						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
347.63	0.00	0.20	0.00	0.000000						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
858.44	0.08	0.20	126.21	0.000037						

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-					
597.37	1395.13	0.18	100.00	126.21	0.000082					
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
858.65	0.06	100.00	126.21	0.000026						
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-					
597.37	1074.11	0.11	100.00	126.21	0.000050					

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
552.81	0.00	100.00	0.00	0.000000						
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-					
597.37	519.75	0.00	100.00	0.00	0.000000					
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
972.27	0.10	100.00	126.21	0.000046						

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
1395.100.19		100.00	126.21	0.000086						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
21.21	0.00	100.00	0.00	0.000000						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
552.80	0.00	100.00	0.00	0.000000						

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 16 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
1074.080.11		100.00	126.21	0.000052						

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 116 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-
15.19	0.00	100.00	0.00	0.000000		
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-
972.24	0.12	100.00	126.21	0.000053		

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-					
597.37	1341.84	0.17	0.30	126.21	0.000078					
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
871.34	0.06	0.30	126.21	0.000029						
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-					
597.37	1095.73	0.12	0.30	126.21	0.000054					

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
572.08	0.00	0.30	0.00	0.000000						
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-					
597.37	553.86	0.00	0.30	0.00	0.000000					
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
884.78	0.09	0.30	126.21	0.000039						

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
1341.84	0.18	0.30	126.21	0.000081						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
60.05	0.00	0.30	0.00	0.000000						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
572.10	0.00	0.30	0.00	0.000000						

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 17 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
1095.72	0.12	0.30	126.21	0.000055						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
61.14	0.00	0.30	0.00	0.000000						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
884.78	0.10	0.30	126.21	0.000044						

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-					
597.37	1174.00	0.14	0.20	126.21	0.000066					
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
915.81	0.08	0.20	126.21	0.000039						
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-					
597.37	1152.62	0.14	0.20	126.21	0.000063					



## 2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 117 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

### Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
681.79	0.05	0.20	126.21	0.000025						
2	7.80	53.09	53.09	597.37	-					
597.37604.29	0.04	0.20	126.21	0.000017						
3	15.00	53.09	53.09	597.37	-597.37	-				
674.20	0.05	0.20	126.21	0.000022						

### Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
1174.000.14	0.20	0.20	126.21	0.000064						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
198.71	0.00	0.20	0.00	0.000000						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
681.79	0.04	0.20	126.21	0.000020						

### Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 18 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>iim</sub>	S <sub>m</sub>	<input type="checkbox"/> sm
1	0.60	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
1152.620.13	0.20	0.20	126.21	0.000062						
2	5.00	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
221.05	0.00	0.20	0.00	0.000000						
3	9.40	19.01	53.09	542.46	-584.12	-				
674.21	0.04	0.20	126.21	0.000019						

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 118 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

**Inviluppo spostamenti nodali**
**Inviluppo spostamenti fondazione**

X [m]	u <sub>Xmin</sub> [cm]	u <sub>Xmax</sub> [cm]	u <sub>Ymin</sub> [cm]	u <sub>Ymax</sub> [cm]
0.60	338063.4284	11951269.8826	0.5200	1.9852
7.80	338063.4201	11951269.8683	0.5406	1.4493
14.91	338063.4117	11951269.8530	0.8641	2.7481

**Inviluppo spostamenti trasverso**

X [m]	u <sub>Xmin</sub> [cm]	u <sub>Xmax</sub> [cm]	u <sub>Ymin</sub> [cm]	u <sub>Ymax</sub> [cm]
0.60	338063.6077	11951270.0952	0.5300	2.0131
7.80	338063.5182	11951269.9991	1.0505	3.2873
15.00	338063.4283	11951269.9016	0.8749	2.7783

**Inviluppo spostamenti piedritto sinistro**

Y [m]	u <sub>Xmin</sub> [cm]	u <sub>Xmax</sub> [cm]	u <sub>Ymin</sub> [cm]	u <sub>Ymax</sub> [cm]
0.60	338063.4284	11951269.8826	0.5200	1.9852
5.00	338063.4226	11951269.9976	0.5257	2.0001
9.40	338063.6077	11951270.0952	0.5300	2.0131

**Inviluppo spostamenti piedritto destro**

Y [m]	u <sub>Xmin</sub> [cm]	u <sub>Xmax</sub> [cm]	u <sub>Ymin</sub> [cm]	u <sub>Ymax</sub> [cm]
0.60	338063.4117	11951269.8530	0.8641	2.7481
5.00	338063.5139	11951269.8674	0.8702	2.7642
9.40	338063.4283	11951269.9016	0.8749	2.7783

**Inviluppo sollecitazioni nodali**
**Inviluppo sollecitazioni fondazione**

X [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.60	-2699.86	-1174.00	-1429.05	-581.30	459.51	798.11
7.80	816.35	2462.64	-64.69	0.78	459.51	818.32
15.00	-2233.25	-1074.11	615.96	1530.19	459.51	874.31

**Inviluppo sollecitazioni trasverso**

X [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.60	-1554.05	-542.10	319.53	1081.15	134.27	499.55
7.80	426.80	2150.16	-52.21	0.53	182.18	573.56
15.00	-2305.81	-674.20	-1185.57	-355.66	200.18	647.55

**Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro**

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.60	-2699.86	-1174.00	463.16	857.82	583.53	1437.55
5.00	-1217.99	284.23	13.22	77.33	451.53	1259.35
9.40	-1554.06	-542.09	-500.73	-134.29	319.53	1081.15

**Inviluppo sollecitazioni piedritto destro**

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.60	-2233.24	-1074.08	-797.44	-437.97	619.66	1541.97

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabiano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 119 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

5.00	-1123.30	294.27	-23.36	67.71	487.66	1363.77
9.40	-2305.80	-674.21	197.99	569.93	355.66	1185.57

**Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)**
**Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0.60	53.09	53.09	0.98
7.80	53.09	53.09	1.08
15.00	53.09	53.09	0.98

X	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
0.60	586.28	0.00	4975.03	0.00
7.80	586.28	0.00	0.00	0.00
15.00	586.28	0.00	4975.03	0.00

**Verifica sezioni traverso (Inviluppo)**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0.60	53.09	53.09	1.05
7.80	53.09	53.09	1.16
15.00	53.09	53.09	1.12

X	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
0.60	517.15	0.00	4874.91	0.00
7.80	536.07	0.00	0.00	0.00
15.00	555.00	0.00	4929.72	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0.60	19.01	53.09	1.13
5.00	19.01	53.09	3.05
9.40	19.01	53.09	1.80

Y	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
0.60	699.91	0.00	0.00	0.00
5.00	674.08	0.00	0.00	0.00
9.40	648.24	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 120 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

Y	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0.60	19.01	53.09	1.44
5.00	19.01	53.09	3.54
9.40	19.01	53.09	1.31

Y	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
0.60	715.05	0.00	0.00	0.00
5.00	689.22	0.00	0.00	0.00
9.40	663.38	0.00	0.00	0.00

**Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)**
**Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

X	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>c</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>fs</sub>
0.60	53.09	53.09	7.140	302.194	134.344
7.80	53.09	53.09	6.487	122.247	269.444
15.00	53.09	53.09	6.018	245.886	113.532

X	□ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
0.60	-1.04	0.00
7.80	-0.05	0.00
15.00	1.11	0.00

**Verifica sezioni traverso (Inviluppo)**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

X	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>c</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>fs</sub>
0.60	53.09	53.09	4.012	74.931	186.194
7.80	53.09	53.09	5.457	248.143	102.079
15.00	53.09	53.09	5.956	111.720	262.517

X	□ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
0.60	0.78	0.00
7.80	-0.04	0.00
15.00	-0.85	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)**

 Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 120.00 cm

Y	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>c</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>fs</sub>
0.60	19.01	53.09	9.041	173.903	272.775
5.00	19.01	53.09	4.271	83.459	91.254
9.40	19.01	53.09	5.337	103.196	145.537



## 2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud

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

Spingitubo attraversamento linea FS Civitanova Marche-Fabriano

Relazione di calcolo

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 14	WBS ST0300	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. A	Pag. di Pag. 121 di 121
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

### Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 120.00 cm

Y	A <sub>ri</sub>	A <sub>fs</sub>	□ <sub>c</sub>	□ <sub>fi</sub>	□ <sub>fs</sub>
0.60	19.01	53.09	7.707	148.995	210.716
5.00	19.01	53.09	4.020	78.886	75.932
9.40	19.01	53.09	7.610	146.287	232.448