

**S.S. 260 "PICENTE"**  
**LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO  
DELLA SEDE STRADALE**

**Lotto "3" – da San Pelino a Marana di Montereale (Aq)**  
**Convenzione di Cofinanziamento ANAS – Regione Abruzzo – Provincia di  
L'Aquila in data 28/11/05 Rep. n°25597**

**CUP: F11B07000480001 – CIG: 665875741B**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**



Sede di Firenze  
Viale G. Amendola n.6 int.3  
50121 Firenze – 0552001660  
www.politecnica.it

Direttore della Progettazione Responsabile Opere stradali ed idrauliche  Ing. Marcello Mancone Ord. ing. di Firenze n.5723	Responsabile Opere Strutturali Coordinatore Sicurezza in fase di progettazione  Ing. Tommaso Conti Ord. ing. di Pistoia n.1149/A	Responsabile Geologia  Dott. Pietro Accolti Gil Ord. geol. della Toscana n.728	Direttore Tecnico Responsabile Opere Impiantistiche  Ing. Francesco Frassinetti Ord. ing. Bologna n.5897/A	Responsabile Ambientale  Arch. Maria Cristina Fregni Ord. arch. di Modena n.611
--	---	---	--	--

**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

Ing. *FRANCESCO RUOCCO*

**IMPRESA ESECUTRICE :**

Responsabile di Commessa  
*Geom. Giacomo Giona*  
Direttore Tecnico  
*Ing. Mauro Martini*



**09–OPERE D'ARTE MINORI – OPERE DI ATTRAVERSAMENTO**  
**09.2–ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI**  
**RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO – SEZIONI CIRCOLARI**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		PROGR. ELAB.	REV.	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	09.04_P00_TM00_STR_RE01_A	09.04		
L0718B	E	1801	CODICE ELAB. P00TM00STRRE01		A	-
A	CONSEGNA LUGLIO 2018		07/2018	CODING	T. CONTI	M.MANCONE
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	PROVINCIA DI L'AQUILA - <b>STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 2 di 78

## INDICE

<b>1. GENERALITÀ.....</b>	<b>4</b>
1.1. DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	4
1.2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
1.3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	7
<b>2. CARATTERISTICHE DEL SITO .....</b>	<b>8</b>
2.1. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	8
2.2. CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....	9
<b>3. CRITERI DI CALCOLO .....</b>	<b>10</b>
3.1. METODOLOGIA ADOTTATA .....	10
3.2. MODALITÀ DI POSA IN OPERA.....	11
3.3. DETERMINAZIONE DELLE AZIONI SULLE TUBAZIONI INTERRATE .....	13
3.3.1. <i>Azione verticale dovuta al terreno di rinterro</i> .....	13
3.3.2. <i>Azione verticale dovuta ai sovraccarichi mobili</i> .....	13
3.3.3. <i>Carico dovuto alla massa d'acqua contenuta nel tubo</i> .....	17
3.3.4. <i>Carico dovuto alla pressione idrostatica esterna</i> .....	17
3.4. VERIFICA TUBAZIONE RIGIDA SLU.....	17
<b>4. RISULTATI .....</b>	<b>18</b>
4.1. PREMessa.....	18
4.2. VERIFICHE TOMBINI $\Phi$ 1000.....	19
4.3. VERIFICHE TOMBINI $\Phi$ 1500.....	21
4.4. VERIFICHE TOMBINI $\Phi$ 1800.....	27
4.5. RIEPILOGO CLASSI DI RESISTENZA .....	29
<b>5. CONDIZIONI SISMICHE .....</b>	<b>30</b>
<b>6. OPERE D'IMBOCCO – POZZETTI.....</b>	<b>32</b>
6.1. PREMessa.....	32
6.2. CRITERI DI CALCOLO .....	33
6.3. ANALISI DEI CARICHI .....	35
6.3.1. <i>Pesi propri strutturali (<math>G_{ko}</math>)</i> .....	35
6.3.2. <i>Spinta del terreno in condizioni statiche (<math>S_{Gk}</math>)</i> .....	35
6.3.3. <i>Carichi accidentali</i> .....	35
6.3.4. <i>Azioni derivanti dalla presenza della falda</i> .....	35
6.3.5. <i>Azioni termiche</i> .....	35
6.3.6. <i>Carico idrostatico</i> .....	36
6.4. AZIONI SISMICHE ( $F_{SIS}$ , $S_{SIS}$ ).....	36
6.5. SCHEMA RIEPILOGATIVO DEI CARICHI .....	37
6.6. COMBINAZIONI DI CARICO.....	38
6.7. SOLLECITAZIONI E VERIFICHE .....	40
6.7.1. <i>Pareti</i> .....	40
6.7.2. <i>Soletta di base</i> .....	43
6.7.3. <i>Verifiche SLE</i> .....	45
6.7.4. <i>RIEPILOGO ARMATURE</i> .....	47
6.7.5. <i>Verifica della capacità portante</i> .....	48

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 3 di 78

<b>7.</b>	<b>OPERE D'IMBOCCO – MURI D'ALA</b> .....	<b>52</b>
7.1.	PREMESSA .....	52
7.2.	CRITERI DI CALCOLO .....	53
7.2.1.	<i>Spinte delle terre e carichi accidentali</i> .....	54
7.2.2.	<i>Azione sismica</i> .....	54
7.2.3.	<i>Verifica a ribaltamento</i> .....	56
7.2.4.	<i>Verifica a scorrimento</i> .....	56
7.2.5.	<i>Verifica a carico limite</i> .....	56
7.2.6.	<i>Verifiche di stabilità globale</i> .....	56
7.2.7.	<i>Verifiche strutturali</i> .....	57
7.3.	MURO H 5 MT.....	59
7.3.1.	<i>Dati</i> .....	59
7.3.2.	<i>Ribaltamento</i> .....	60
7.3.3.	<i>Scorrimento</i> .....	61
7.3.4.	<i>Carico limite</i> .....	61
7.3.5.	<i>Stabilità globale</i> .....	63
7.3.6.	<i>Verifiche strutturali</i> .....	64
7.4.	MURO H 3.5 MT.....	68
7.4.1.	<i>Dati</i> .....	68
7.4.2.	<i>Ribaltamento</i> .....	69
7.4.3.	<i>Scorrimento</i> .....	70
7.4.4.	<i>Carico limite</i> .....	70
7.4.5.	<i>Stabilità globale</i> .....	72
7.4.6.	<i>Verifiche strutturali</i> .....	73
7.5.	RIEPILOGO GEOMETRIA E ARMATURE MURI.....	77
<b>8.</b>	<b>OPERE D'IMBOCCO – CANALI AD “U”</b> .....	<b>78</b>

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 4 di 78

# 1. GENERALITÀ

## 1.1. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Nell'ambito dei lavori di adeguamento piano altimetrico della S.S.260 "Picente" nel tratto della provincia di L'Aquila compreso tra l'innesto della S.S. 80 ed il confine regionale, 3° lotto, da San Pelino a Marana di Montereale, il presente documento riporta i calcoli statici e le verifiche di sicurezza degli attraversamenti idraulici a sezione circolare presenti lungo il tracciato.

I tombini trattati sono :

		<b>PROG.</b> km+m	<b>P.E.</b> diam.
Opera	<b>1</b>	0+ 275	<b>1500</b>
Opera	<b>3</b>	0+ 775	<b>1500</b>
Opera	<b>3b</b>	0+ 847	<b>1000</b>
Opera	<b>4</b>	0+ 946	<b>1500</b>
Opera	<b>5</b>	1+ 080	<b>1500</b>
Opera	<b>11A</b>	1+ 915	<b>1500</b>
Opera	<b>16</b>	2+ 445	<b>1500</b>
Opera	<b>18</b>	2+ 645	<b>1800</b>
Opera	<b>20</b>	rampa RS	<b>1500</b>
Opera	<b>21</b>	2+ 914	<b>1500</b>
Opera	<b>21b</b>	svincolo	<b>1000</b>
Opera	<b>22</b>	rampaR1-R4	<b>1500</b>
Opera	<b>23</b>	3+ 026	<b>1500</b>
Opera	<b>24</b>	3+ 078	<b>1500</b>
Opera	<b>28</b>	<b>ARROCCAMENTO</b>	<b>1500</b>

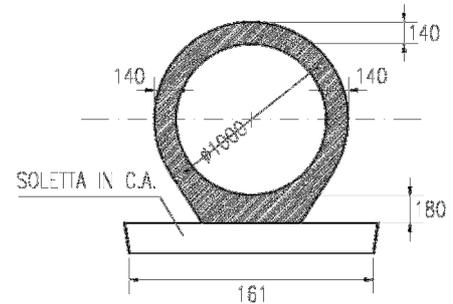
I tubi previsti in progetto sono realizzati in calcestruzzo armato vibrocompresso, sono dotati di bicchiere esterno e vengono impiegati con tre diametri interni : 1000 mm, 1500 mm e 1800 mm.

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 5 di 78

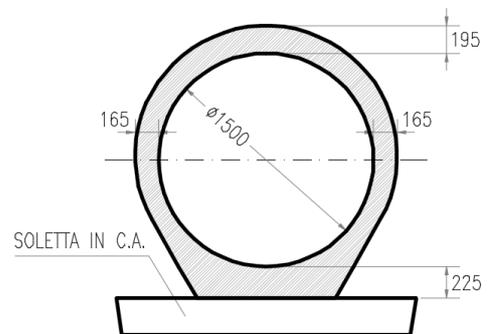
### TUBI DN 1000

Spessore in chiave	140 mm
Spessore alle imposte	145 mm
Spessore arco rovescio	180 mm



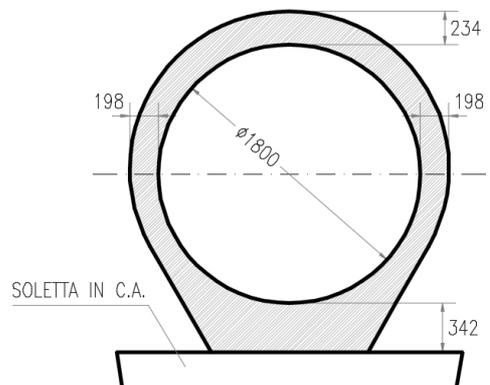
### TUBI DN 1500

Spessore in chiave	195 mm
Spessore alle imposte	165 mm
Spessore arco rovescio	225 mm



### TUBI DN 1800

Spessore in chiave	234 mm
Spessore alle imposte	198 mm
Spessore arco rovescio	342 mm



Il progetto strutturale dei tubi prevede il loro utilizzo a profondità variabili a partire da un minimo di 0.80 m (50 cm minimo previsto per il pacchetto stradale + 30 cm di ricoprimento con cls magro) ipotizzando il transito di carichi mobili per strade di I<sup>a</sup> categoria. Gli elementi prefabbricati sono realizzati a conci di lunghezza 2.00 m. Le verifiche svolte coprono l'intera casistica per il sito in esame.

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 6 di 78

## 1.2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'analisi dell'opera e le verifiche degli elementi strutturali sono condotte in accordo alle vigenti disposizioni legislative e in particolare alle seguenti norme e circolari:

- Legge n. 1086 del 5 novembre 1971: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Legge n. 64 del 2 febbraio 1974: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circolare M.LL.PP. n. 617 del 2 febbraio 2009: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al Decreto Ministeriale del 14/01/2008".
- Eurocodice 8: "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica" Marzo 2005.
- Norme UNI EN 1916 (2004). Tubi e raccordi in calcestruzzo non armati, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali.

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 7 di 78

### 1.3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali impiegati sono di seguito riportate

#### CALCESTRUZZI

Coefficiente dilatazione termica 1,00E-05

- Classe di resistenza del calcestruzzo per sottofondazioni **C12/15** ( $R_{ck}$  15 N/mm<sup>2</sup>)
- Classe di resistenza del calcestruzzo per getti in opera (Classe di esposizione **XC3**) :

Classe	$f_{ck}$	$f_{cm}$	$f_{cd}$	$f_{ctm}$	$f_{ctk}$ (5%)	$f_{ctk}$ (95%)	$f_{ctd}$	$f_{cfm}$	$E_{cm}$	$f_{bk}$	$f_{bd}$ (*)
C28/35	28	36	15.87	2.77	1.94	3.6	1.29	3.32	32308	4.36	2.9

\*Valide per diametri barre minori o uguali a 32mm

Tutte le grandezze sono espresse in MPa

- Classe minima per elementi prefabbricati in calcestruzzo armato vibrocompresso:

Classe	$f_{ck}$	$f_{cm}$	$f_{cd}$	$f_{ctm}$	$f_{ctk}$ (5%)	$f_{ctk}$ (95%)	$f_{ctd}$	$f_{cfm}$	$E_{cm}$	$f_{bk}$	$f_{bd}$ (*)
C32/40	32	40	18.13	3.02	2.12	3.93	1.41	3.63	33346	4.76	3.18

$f_{ck}$ :	Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ctd}$ :	Resistenza di calcolo a trazione
$f_{cm}$ :	Resistenza cilindrica media	$f_{cfm}$ :	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{cd}$ :	Resistenza di calcolo a compressione	$E_{cm}$ :	Modulo elastico
$f_{ctm}$ :	Resistenza media a trazione	$f_{bk}$ :	Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza
$f_{ctk}$ (5%):	Resistenza caratteristica a trazione al frattile del 5%	$f_{bd}$ :	Resistenza tangenziale di aderenza
$f_{ctk}$ (95%):	Resistenza caratteristica a trazione al frattile del 95%		

#### ACCIAIO IN BARRE PER ARMATURE

Classe	<b>B450C</b>
Tensione di snervamento nominale	$f_{y,nom}$ 450 [MPa]
Tensione di rottura nominale	$f_{t,nom}$ 540 [MPa]
Tensione di progetto	$f_{yd}$ 391 [MPa]
Modulo elastico E	210000 [MPa]
Coefficiente dilatazione termica	1,20E-05

Trattandosi di strutture a permanente contatto con il terreno si adotta un copriferro min. di 4 cm riducibile a 3 cm per gli elementi prefabbricati.

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	PROVINCIA DI L'AQUILA - <b>STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 8 di 78

## 2. CARATTERISTICHE DEL SITO

### 2.1. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Ai fini della caratterizzazione geotecnica dei **terreni di rilevato o di riporto** che interessano l'opera si riportano i seguenti parametri adottati nella modellazione del terreno a tergo delle pareti verticali del manufatto:

<i>peso specifico</i>	$\gamma$	20 kN/m <sup>3</sup>
<i>peso specifico saturo</i>	$\gamma_{sat}$	20 kN/m <sup>3</sup>
<i>angolo di attrito</i>	$\phi$	34°
<i>coesione</i>	$c$	0
<i>coefficiente di spinta a riposo</i>	$K_o$	0.440

Le caratterizzazione geotecnica del **terreno in sito** è definita dai seguenti parametri:

<i>peso specifico</i>	$\gamma$	20 kN/m <sup>3</sup>
<i>peso specifico saturo</i>	$\gamma_{sat}$	20 kN/m <sup>3</sup>
<i>angolo di attrito</i>	$\phi$	30°
<i>angolo di attrito terreno-struttura</i>	$\delta$	20°
<i>coesione</i>	$c$	0

L'interazione struttura-terreno è simulata tramite molle elastiche alla Winkler, la cui caratteristica elastica è data dalla seguente espressione:

$$K = k_s \times b_t \times b_s$$

Dove:

$k_s$  = coefficiente di sottofondo del terreno (per il sito in esame posto pari a **80'000 kN/m<sup>3</sup>**)

$b_t$  = interasse trasversale di competenza della singola molla

$b_s$  = interasse longitudinale di competenza della singola molla

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 9 di 78

## 2.2. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Ai sensi delle NTC si fa riferimento ad una costruzione avente i seguenti parametri sismici relativi al territorio di Cagnano Amiterno:

Cu	1.50	coefficiente d'uso per classe III
Vn	50 anni	vita nominale dell'opera (tipo 2: >= 50 anni)
Vr	75 anni	periodo di riferimento per azione sismica (2.4.3 NTC)
Pvr	10.00%	probabilità di superamento nel Vr per SLV
Tr	712 anni	periodo di ritorno dell'azione sismica
Fo	2.381	fattore di amplificazione spettrale massima
Cc	1.354	tab. 3.2.V del NTC 08
Tc*	0.354 sec	periodo di inizio del tratto a velocità costante
ag	0.2928 g	accelerazione orizzontale di riferimento su sito rigido
Ss	1.12	amplificazione da categoria sottosuolo B
St	1.20	amplificazione da categoria topografica T2
S	1.344	amplificazione di ag

Parametri sismici				
	$T_R$ [anni]	$a_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	$F_0$ [--]	$T_C^*$ [s]
SLO	45	0,956	2,347	0,278
SLD	75	1,216	2,318	0,288
SLV	712	2,928	2,381	0,354
SLC	1462	3,726	2,423	0,371

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 10 di 78

### 3. CRITERI DI CALCOLO

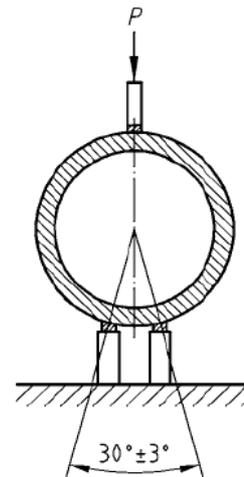
#### 3.1. Metodologia adottata

Le norme UNI EN 1916 prevedono che i tubi vengano qualificati da punto di vista della resistenza meccanica attraverso la classe di resistenza valuta mediante una prova sperimentale in cui si applica una forza concentrata sulla sommità del tubo, la classe del tubo viene valuta mediante la seguente espressione :

$$K = P/DN$$

In cui DN = diametro del tubo

Nelle condizioni reali il tubo si verrà a trovare in situazioni abbastanza differenti da quelle ipotizzate nella prova. In particolare nel caso di tubi interrati i carichi sulla volta saranno di tipo distribuito e lateralmente il terreno presente eserciterà una azione di confinamento.



La classe di resistenza minima per la scelta del tubo è quella che determina un carico di resistenza maggiore di quello di progetto calcolato.

Il carico totale dovuto al rinterro ed al carico mobile stradale relativo ad un carico di 1° categoria viene amplificato da un coefficiente di sicurezza per determinare il carico di progetto e quindi la classe di resistenza del tubo.

Tale valore viene specificato nella norma Europea ed anche in quella italiana pari a 1.5. Pertanto se il calcolo dei tubi armati viene fatto con riferimento alla fessurazione il coefficiente di sicurezza viene posto uguale ad 1 mentre se il calcolo viene fatto con riferimento al carico di collasso il coefficiente di sicurezza diventa pari a 1.5.

La struttura ad anello opera in regime di presso - flessione e taglio ed è sollecitata dai carichi esterni (peso proprio, rinterro e carichi accidentali), dal carico idraulico e dalle reazioni del terreno che la struttura mobilita.

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 11 di 78

In funzione del diametro della tubazione e del rapporto interattivo dell'anello col terreno, i tubi assumono un comportamento rigido o flessibile.

Per stabilire il comportamento della condotta, in riferimento alla norma UNI 7517/76, si valuta il coefficiente o modulo di elasticità in sito come segue:

$$n = \frac{E_{\text{terreno}}}{E_{\text{tubazione}}} \cdot \left(\frac{r}{s}\right)^3$$

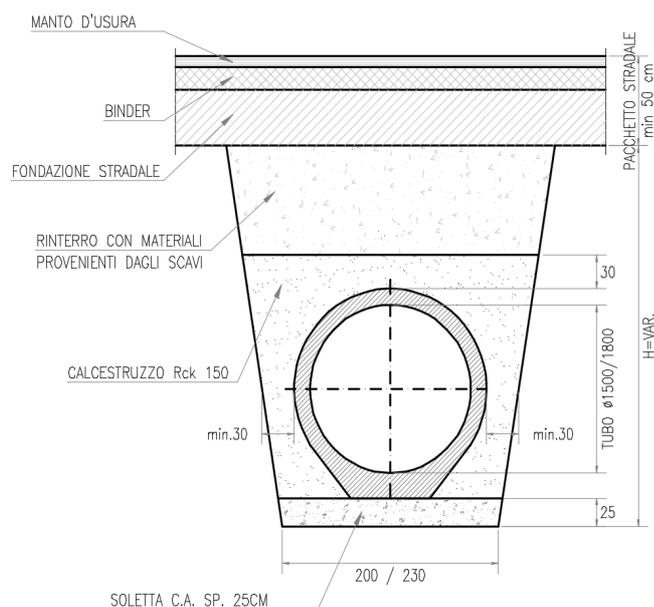
- $E_{\text{terreno}}$  : modulo di elasticità del terreno;
- $E_{\text{tubazione}}$  : modulo di elasticità del materiale costituente la tubazione;
- $r$  : raggio medio della tubazione  $r = \frac{D-s}{2}$
- $s$  : spessore della tubazione.

la tubazione interrata risulta flessibile o deformabile se risulta  $n \geq 1$

I tubi in conglomerato cementizio appartengono generalmente alla categoria dei tubi rigidi ed il criterio di verifica da utilizzare è quello che fa capo al massimo carico di rottura. Poiché i tubi rigidi favoriscono la concentrazione dei carichi sulle generatrici superiore e inferiore, la resistenza del sistema tubo rigido - terreno dipende in maniera notevole dall'apertura dell'angolo del letto d'appoggio.

### 3.2. Modalità di posa in opera

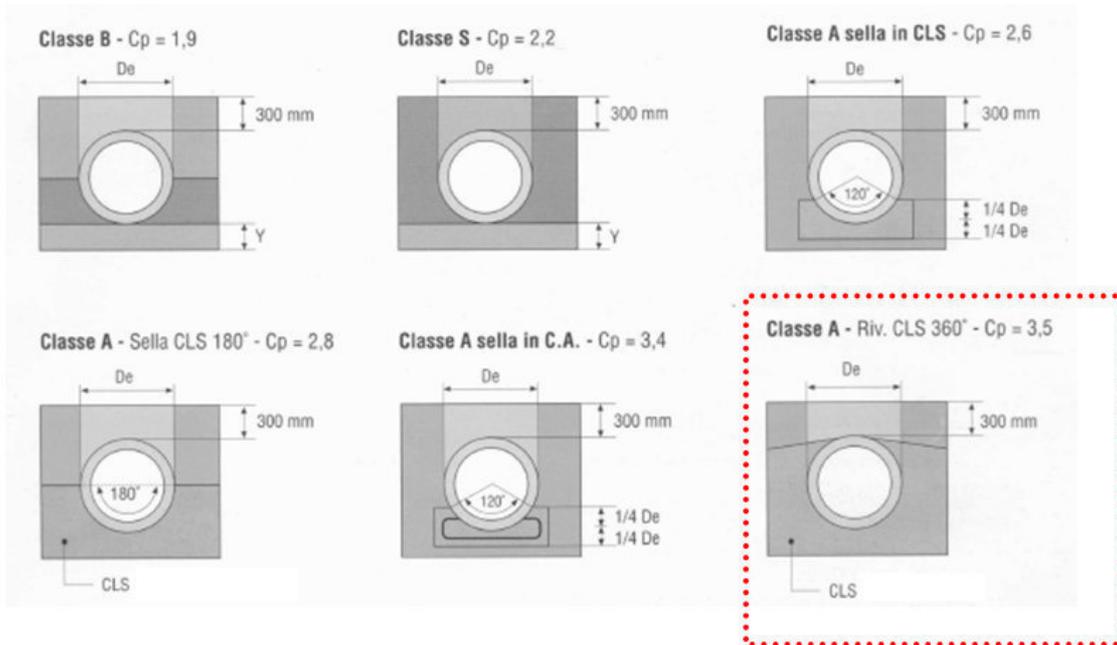
Il tubo viene posato in uno scavo a sezione obbligata su una soletta in calcestruzzo C28/35 armato avente spessore pari a 25 cm e rinfiancato con calcestruzzo magro C12/15 fino al completo ricoprimento con almeno 30 cm di spessore in chiave.



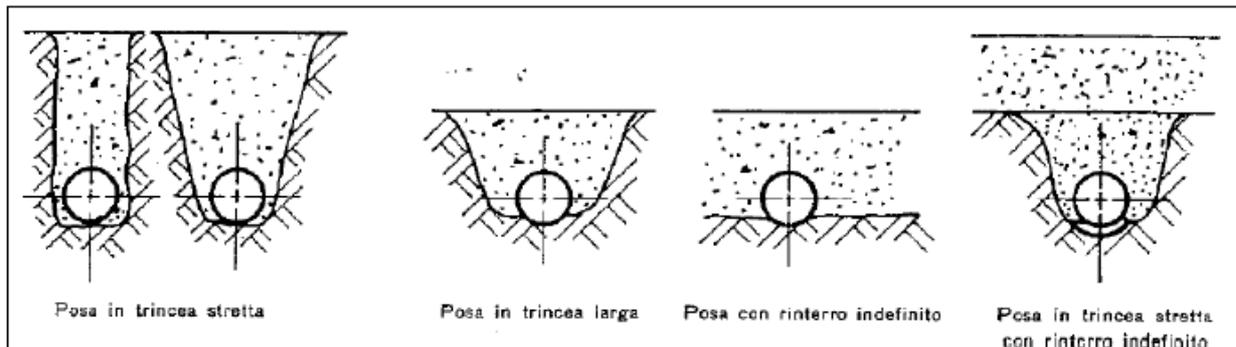
P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018	
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>		Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>		Pag. 12 di 78

Tale modalità di posa determina un coefficiente di posa CP=3.5 come di seguito specificato:



Per quanto riguarda le condizioni di posa si distinguono 4 differenti situazioni, schematicamente rappresentate di seguito:



La condizione di posa in trincea stretta si ha quando è verificata una delle due seguenti relazioni:

- |  |  |
|--|--|
| $H \geq 1,5B$ per $B \leq 2D$<br><br>$H \geq 3,5B$ per $2D < B < 3D$ | <ul style="list-style-type: none"> <li>- D     diametro esterno della tubazione,</li> <li>- B     larghezza della trincea di scavo in corrispondenza della generatrice superiore del tubo</li> <li>- H     l'altezza del ricoprimento sopra tale generatrice.</li> </ul> |
|--|--|

La larghezza raccomandata è  $B \approx D + 0,5$  m.

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 13 di 78

### 3.3. Determinazione delle azioni sulle tubazioni interrate

#### 3.3.1. Azione verticale dovuta al terreno di rinterro

Per tubi rigidi ( $n < 1$ ) in trincea stretta, l'azione  $W_c$  del terreno di ricoprimento, sempre per unità di lunghezza di tubazione, è data dalla:

$$W_c = c_t \cdot \gamma_t \cdot B^2$$

in cui  $\gamma_t$  è il peso specifico del terreno di rinterro e  $c_t$  un coefficiente di carico del terreno nella posa in trincea stretta, funzione del rapporto  $H/B$ , dell'angolo di attrito interno del rinterro  $\varphi$  e dell'angolo d'attrito  $\varphi'$  tra il rinterro ed il terreno naturale;

$$c_t = \frac{1 - e^{-2k \left(\frac{H}{B}\right) \tan(\varphi')}}{2k \tan(\varphi')} \quad k = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

Per tubi rigidi ( $n < 1$ ) in trincea larga, l'azione  $W_c$  del terreno di ricoprimento, sempre per unità di lunghezza di tubazione, è data dalla:

$$W_c = C_e \cdot \gamma_t \cdot D^2$$

$C_e$  un è il coefficiente di carico del terreno nella posa in trincea larga dipendente da  $H/D$  e calcolato come:

$$\begin{aligned} C_e &= 0,1 + 0,85 \cdot (H/D) + 0,33 \cdot (H/D)^2 && \text{per } H/D \leq 2,66 \\ C_e &= 0,1 + 1,68 \cdot (H/D) && \text{per } H/D > 2,66 \end{aligned}$$

$D$  è il diametro esterno del tubo.

#### 3.3.2. Azione verticale dovuta ai sovraccarichi mobili

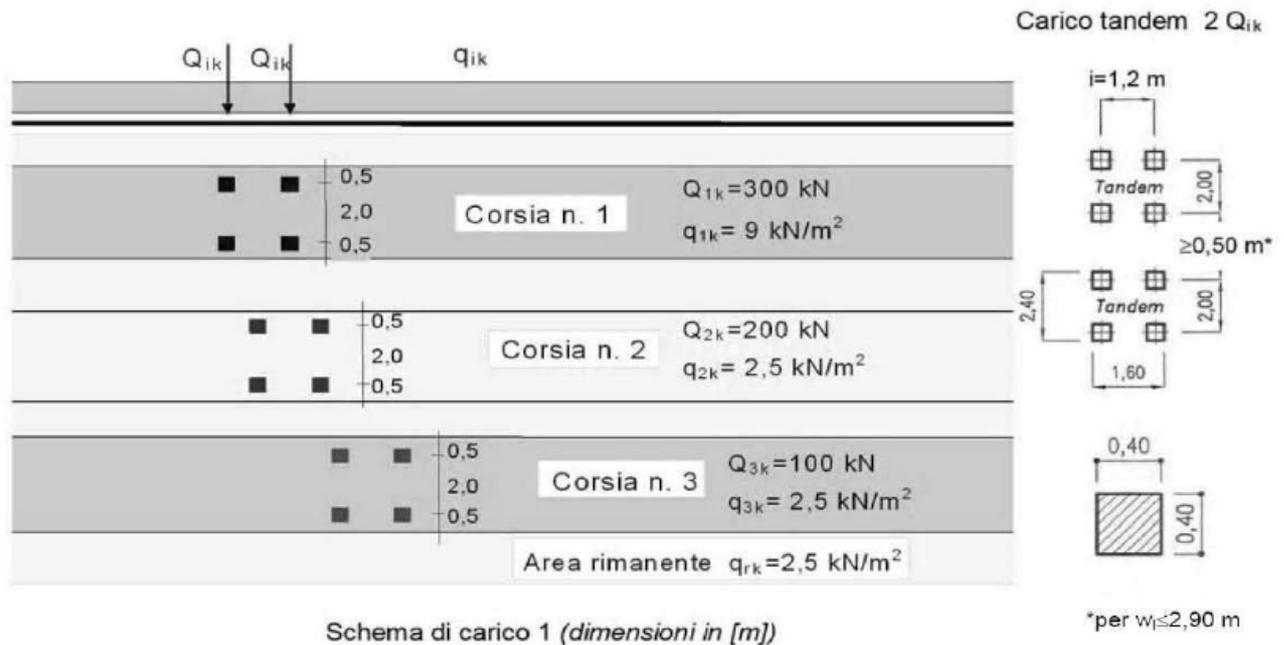
Si distinguono due tipi di sovraccarichi mobili applicati con modalità dinamica fattorizzando per un coefficiente di amplificazione  $\varphi = 1 + 0.3 H$  valido per strade e autostrade :

- sovraccarichi concentrati;
- sovraccarichi distribuiti.

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 14 di 78

Con riferimento al D.M. 14-01-2008, si considerano le azioni variabili da traffico gravanti sul piano contenente la generatrice superiore del tubo secondo lo "schema di carico 1" per i ponti di prima categoria, di seguito rappresentato:



Tali carichi vengono posizionati ortogonalmente all'asse longitudinale dell'opera, ripartendoli sia in direzione longitudinale che trasversale, assumendo i seguenti angoli di diffusione:

- Diffusione 1:1 attraverso il pacchetto stradale e le strutture in cemento armato
- Diffusione 1:4 nel terreno di ricoprimento.

Per quanto riguarda il carico tandem, quale base collaborante, si considerano le dimensioni d'ingombro (2,40 x 1,60 mt) aumentate dello spessore di diffusione attraverso i vari strati attraversati.

Sulla base di quanto esposto si riporta, informa tabulare e grafica, la variabilità del carico agente in corrispondenza della generatrice superiore del tubo in funzione dell'altezza H del rinterro e del diametro DN (interno) dei tubi utilizzati:

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--



Anas SpA

Compartimento della Viabilità per L'Aquila

ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A

PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"  
 Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale  
 LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE  
 Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale

Maggio 2018

Rev. 0

Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare

Pag. 15 di 78

CARICHI MOBILI CONCENTRATI Q<sub>k</sub> (TANDEM) - DN1000

Q.ta gen. Sup. H	Tandem : A L fatt.				Tandem : A L fatt.				Tandem : A L fatt.				Carico kN/m <sup>2</sup>	D est. m	Carico kN/m
m	kN	m	m	incidenza	kN	m	m	incidenza	kN	m	m	incidenza			
0.8	600	2.75	4.00	1.00	400	2.75	4.00	1.00	200	2.75	4.00	0.00	90.9	1.28	116.4
1.0	600	2.85	4.10	1.00	400	2.85	4.10	1.00	200	2.85	4.10	0.00	85.6	1.28	109.5
2.0	600	3.35	4.60	1.00	400	3.35	4.60	1.00	200	3.35	4.60	0.00	64.9	1.28	83.1
3.0	600	3.85	5.10	1.00	400	3.85	5.10	1.00	200	3.85	5.10	0.00	50.9	1.28	65.2
4.0	600	4.35	5.60	1.00	400	4.35	5.60	1.00	200	4.35	5.60	0.00	41.1	1.28	52.5
5.0	600	4.85	6.10	1.00	400	4.85	6.10	1.00	200	4.85	6.10	0.10	34.5	1.28	44.1
6.0	600	5.35	6.60	1.00	400	5.35	6.60	1.00	200	5.35	6.60	0.60	31.7	1.28	40.6
7.0	600	5.85	7.10	1.00	400	5.85	7.10	1.00	200	5.85	7.10	1.00	28.9	1.28	37.0
8.0	600	6.35	7.60	1.00	400	6.35	7.60	1.00	200	6.35	7.60	1.00	24.9	1.28	31.8

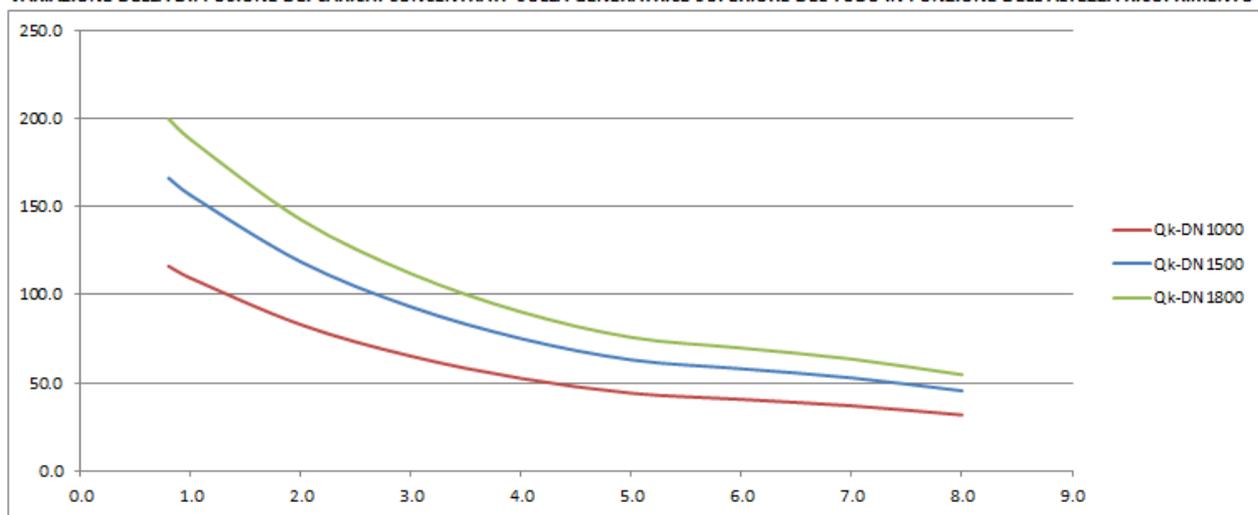
CARICHI MOBILI CONCENTRATI Q<sub>k</sub> (TANDEM) - DN1500

Q.ta gen. Sup. H	Tandem : A L fatt.				Tandem : A L fatt.				Tandem : A L fatt.				Carico kN/m <sup>2</sup>	D est. m	Carico kN/m
m	kN	m	m	incidenza	kN	m	m	incidenza	kN	m	m	incidenza			
0.8	600	2.75	4.00	1.00	400	2.75	4.00	1.00	200	2.75	4.00	0.00	90.9	1.83	166.4
1.0	600	2.85	4.10	1.00	400	2.85	4.10	1.00	200	2.85	4.10	0.00	85.6	1.83	156.6
2.0	600	3.35	4.60	1.00	400	3.35	4.60	1.00	200	3.35	4.60	0.00	64.9	1.83	118.8
3.0	600	3.85	5.10	1.00	400	3.85	5.10	1.00	200	3.85	5.10	0.00	50.9	1.83	93.2
4.0	600	4.35	5.60	1.00	400	4.35	5.60	1.00	200	4.35	5.60	0.00	41.1	1.83	75.1
5.0	600	4.85	6.10	1.00	400	4.85	6.10	1.00	200	4.85	6.10	0.10	34.5	1.83	63.1
6.0	600	5.35	6.60	1.00	400	5.35	6.60	1.00	200	5.35	6.60	0.60	31.7	1.83	58.0
7.0	600	5.85	7.10	1.00	400	5.85	7.10	1.00	200	5.85	7.10	1.00	28.9	1.83	52.9
8.0	600	6.35	7.60	1.00	400	6.35	7.60	1.00	200	6.35	7.60	1.00	24.9	1.83	45.5

CARICHI MOBILI CONCENTRATI Q<sub>k</sub> (TANDEM) - DN1800

Q.ta gen. Sup. H	Tandem : A L fatt.				Tandem : A L fatt.				Tandem : A L fatt.				Carico kN/m <sup>2</sup>	D est. m	Carico kN/m
m	kN	m	m	incidenza	kN	m	m	incidenza	kN	m	m	incidenza			
0.8	600	2.75	4.00	1.00	400	2.75	4.00	1.00	200	2.75	4.00	0.00	90.9	2.2	200.0
1.0	600	2.85	4.10	1.00	400	2.85	4.10	1.00	200	2.85	4.10	0.00	85.6	2.2	188.3
2.0	600	3.35	4.60	1.00	400	3.35	4.60	1.00	200	3.35	4.60	0.00	64.9	2.2	142.8
3.0	600	3.85	5.10	1.00	400	3.85	5.10	1.00	200	3.85	5.10	0.00	50.9	2.2	112.0
4.0	600	4.35	5.60	1.00	400	4.35	5.60	1.00	200	4.35	5.60	0.00	41.1	2.2	90.3
5.0	600	4.85	6.10	1.00	400	4.85	6.10	1.00	200	4.85	6.10	0.10	34.5	2.2	75.8
6.0	600	5.35	6.60	1.00	400	5.35	6.60	1.00	200	5.35	6.60	0.60	31.7	2.2	69.8
7.0	600	5.85	7.10	1.00	400	5.85	7.10	1.00	200	5.85	7.10	1.00	28.9	2.2	63.6
8.0	600	6.35	7.60	1.00	400	6.35	7.60	1.00	200	6.35	7.60	1.00	24.9	2.2	54.7

VARIAZIONE DELLA DIFFUSIONE DEI CARICHI CONCENTRATI SULLA GENERATRICE SUPERIORE DEL TUBO IN FUNZIONE DELL'ALTEZZA RICOPRIMENTO



[m, kN/m]



Anas SpA

Compartimento della Viabilità per L'Aquila

ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A

PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"  
 Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale  
 LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE  
 Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale

Maggio 2018

Rev. 0

Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare

Pag. 16 di 78

**CARICHI MOBILI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI qk - DN1000**

Q.ta gen. Sup. H m	qk 1 kN/m	D est. m	A m	fatt. incidenza	qk 2 kN/m	D est. m	A m	fatt. incidenza	qk 3 kN/m	D est. m	A m	fatt. incidenza	Carico kN/m
0.8	27	1.28	4.60	1.00	7.5	1.28	4.60	1.00	7.5	1.28	4.60	0.00	9.6
1.0	27	1.28	4.70	1.00	7.5	1.28	4.70	1.00	7.5	1.28	4.70	0.00	9.4
2.0	27	1.28	5.20	1.00	7.5	1.28	5.20	1.00	7.5	1.28	5.20	0.00	8.5
3.0	27	1.28	5.70	1.00	7.5	1.28	5.70	1.00	7.5	1.28	5.70	0.00	7.7
4.0	27	1.28	6.20	1.00	7.5	1.28	6.20	1.00	7.5	1.28	6.20	0.20	7.4
5.0	27	1.28	6.70	1.00	7.5	1.28	6.70	1.00	7.5	1.28	6.70	0.70	7.6
6.0	27	1.28	7.20	1.00	7.5	1.28	7.20	1.00	7.5	1.28	7.20	1.00	7.5
7.0	27	1.28	7.70	1.00	7.5	1.28	7.70	1.00	7.5	1.28	7.70	1.00	7.0
8.0	27	1.28	8.20	1.00	7.5	1.28	8.20	1.00	7.5	1.28	8.20	1.00	6.6

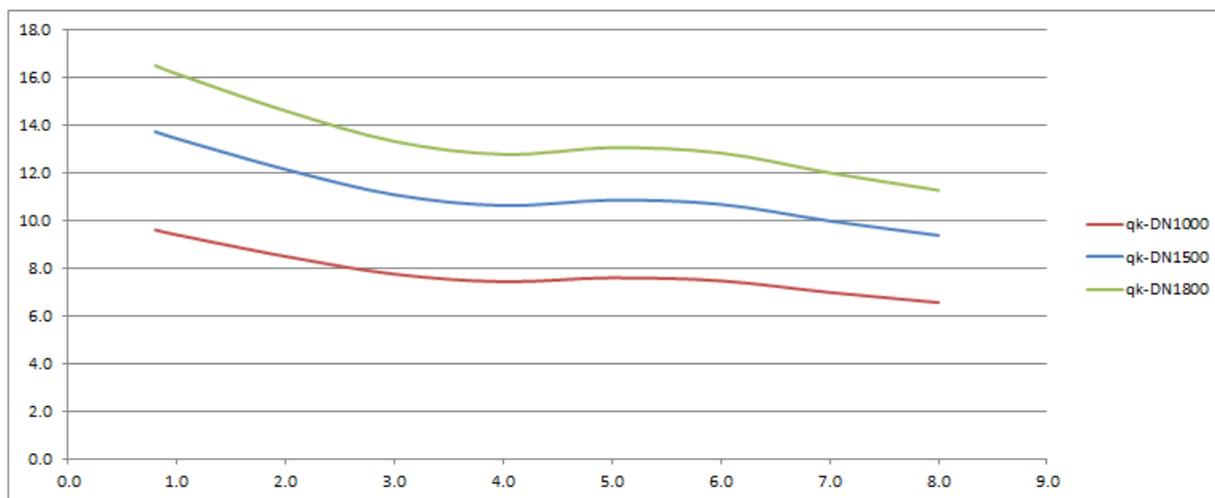
**CARICHI MOBILI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI qk - DN1500**

Q.ta gen. Sup. H m	qk 1 kN/m	D est. m	A m	fatt. incidenza	qk 2 kN/m	D est. m	A m	fatt. incidenza	qk 3 kN/m	D est. m	A m	fatt. incidenza	Carico kN/m
0.8	27	1.83	4.60	1.00	7.5	1.83	4.60	1.00	7.5	1.83	4.60	0.00	13.7
1.0	27	1.83	4.70	1.00	7.5	1.83	4.70	1.00	7.5	1.83	4.70	0.00	13.4
2.0	27	1.83	5.20	1.00	7.5	1.83	5.20	1.00	7.5	1.83	5.20	0.00	12.1
3.0	27	1.83	5.70	1.00	7.5	1.83	5.70	1.00	7.5	1.83	5.70	0.00	11.1
4.0	27	1.83	6.20	1.00	7.5	1.83	6.20	1.00	7.5	1.83	6.20	0.20	10.6
5.0	27	1.83	6.70	1.00	7.5	1.83	6.70	1.00	7.5	1.83	6.70	0.70	10.9
6.0	27	1.83	7.20	1.00	7.5	1.83	7.20	1.00	7.5	1.83	7.20	1.00	10.7
7.0	27	1.83	7.70	1.00	7.5	1.83	7.70	1.00	7.5	1.83	7.70	1.00	10.0
8.0	27	1.83	8.20	1.00	7.5	1.83	8.20	1.00	7.5	1.83	8.20	1.00	9.4

**CARICHI MOBILI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI qk - DN1800**

Q.ta gen. Sup. H m	qk 1 kN/m	D est. m	A m	fatt. incidenza	qk 2 kN/m	D est. m	A m	fatt. incidenza	qk 3 kN/m	D est. m	A m	fatt. incidenza	Carico kN/m
0.8	27	2.2	4.60	1.00	7.5	2.2	4.60	1.00	7.5	2.2	4.60	0.00	16.5
1.0	27	2.2	4.70	1.00	7.5	2.2	4.70	1.00	7.5	2.2	4.70	0.00	16.1
2.0	27	2.2	5.20	1.00	7.5	2.2	5.20	1.00	7.5	2.2	5.20	0.00	14.6
3.0	27	2.2	5.70	1.00	7.5	2.2	5.70	1.00	7.5	2.2	5.70	0.00	13.3
4.0	27	2.2	6.20	1.00	7.5	2.2	6.20	1.00	7.5	2.2	6.20	0.20	12.8
5.0	27	2.2	6.70	1.00	7.5	2.2	6.70	1.00	7.5	2.2	6.70	0.70	13.1
6.0	27	2.2	7.20	1.00	7.5	2.2	7.20	1.00	7.5	2.2	7.20	1.00	12.8
7.0	27	2.2	7.70	1.00	7.5	2.2	7.70	1.00	7.5	2.2	7.70	1.00	12.0
8.0	27	2.2	8.20	1.00	7.5	2.2	8.20	1.00	7.5	2.2	8.20	1.00	11.3

**VARIAZIONE DELLA DIFFUSIONE DEI CARICHI DISTRIBUITI SULLA GENERATRICE SUPERIORE DEL TUBO IN FUNZIONE DELL'ALTEZZA RICOPRIMENTO**



[m, kN/m]

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	PROVINCIA DI L'AQUILA - <b>STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 17 di 78

### 3.3.3. Carico dovuto alla massa d'acqua contenuta nel tubo

Il carico verticale sulla generatrice del tubo, dovuto alla massa dell'acqua contenuta nel tubo riempito per tre quarti, si calcola secondo la formula:

$$P_a = 5.89 DN^2$$

Dove:  
 $P_a$  è il carico in kN/m  
 $DN$  è il diametro interno del tubo in m

### 3.3.4. Carico dovuto alla pressione idrostatica esterna

Nei casi esaminati la profondità della falda è tale da non generare carichi di questo tipo.

## 3.4. Verifica tubazione rigida SLU

Per la verifica, il rapporto "n" tra il carico resistente  $P_{ed}$  ed il carico totale  $P_{tot}$  dovrà risultare maggiore o uguale al coefficiente di sicurezza  $\mu$  posto pari a 1.5:

$$P_{ed} = CP \cdot Q_0 \cdot D \qquad P_{tot} = W_c + (P'_{vc} + P_{vd}) \cdot \psi + P_a$$

essendo  $Q_0$  la classe di resistenza del tubo espressa in kN/m<sup>2</sup>.

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 18 di 78

## 4. Risultati

### 4.1. Premessa

Nelle verifiche si farà riferimento a varie altezze di ricoprimento (H) per ogni diametro dei tubi utilizzato, in tal modo si intende inviluppare tutta la casistica prevista in progetto.

Le altezze H considerate sono le seguenti.

#### **Tombini DN 1000**

ricopr. Minimo	0.8 m
ricopr. Max.	2.0 m

#### **Tombini DN 1500**

ricopr. Minimo	0.8 m
ricopr. Interm.	2.0 m
ricopr. Interm.	3.0 m
ricopr. Interm.	5.0 m
ricopr. Interm.	6.0 m
ricopr. Interm.	7.0 m

#### **Tombini DN 1800**

ricopr. Minimo	0.8 m
ricopr. Max.	2.0 m

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 19 di 78

## 4.2. Verifiche Tombini $\Phi 1000$

DN 1000	H =800	
DN	1000 mm	Diametro nominale tubazione (diametro interno)
s =	140 mm	Spessore tubo (minimo)
D =	1280 mm	Diametro esterno tubazione
E <sub>terr.</sub> =	80 MPa	Modulo Elastico Terreno [Mpa]
E <sub>tubo</sub> =	33346 MPa	Modulo Elastico Tubo [Mpa] - CLS
n =	0.16	<b>TUBO RIGIDO</b>
$\rho$ =	20 KN/m <sup>3</sup>	Peso specifico del terreno di ricoprimento
$\varphi$ =	34.0 °	Angolo di attrito del rinterro
$\delta$ =	22.6 °	Angolo d'attrito terreno tubazione
K =	0.2827	Coefficiente di spinta attiva
H =	800 mm	Ricoprimento minimo del tubo dalla generatrice superiore
Tipo rinterro	indefinito	Normale - Indefinito
B =	2080 mm	Larghezza della trincea alla generatrice superiore del tubo
H/B =	0.385	Rapporto per la determinazione del tipo di trincea

### TRINCEA LARGA

H/D =	0.625	Rapporto per la determinazione di Ct
C <sub>t</sub> (o C <sub>e</sub> ) =	0.760	coefficiente di carico del terreno
W <sub>c,min</sub> =	20.5 KN/m	Carico verticale di ricoprimento minimo
W <sub>c</sub> =	24.9 KN/m	Carico verticale rinterro
P' <sub>vc</sub> =	116.4 KN/m	Carico Mobile "Qk" sulla generatrice superiore
P <sub>vd</sub> =	9.6 KN/m	Carico Mobile "qk" sulla generatrice superiore
$\psi$ =	1.3750	Coefficiente di incremento dinamico stradale
P <sub>a</sub> =	5.9 KN/m	Carico acqua interna
Q <sub>tot</sub> =	204.0 KN/m	Carico totale
Q <sub>0</sub> =	100 KN/m <sup>2</sup>	Classe di resistenza del tubo (certificata dal produttore)
$\mu$ =	1.5	Coefficiente di sicurezza
CP =	3.5	Coefficiente di posa (Dipendente dal tipo di appoggio)
P <sub>rd</sub> =	448.0 KN/m	Carico resistente
n =	✓ 2.196	Coefficiente di sicurezza $n > \mu$



Anas SpA

Compartimento della Viabilità per L'Aquila

ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A

PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"  
Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale  
LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE  
Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale

Maggio 2018

Rev. 0

Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare

Pag. 20 di 78

DN1000		H =2000
DN	1000 mm	Diametro nominale tubazione (diametro interno)
s =	140 mm	Spessore tubo (minimo)
D =	1280 mm	Diametro esterno tubazione
E <sub>terr.</sub> =	80 MPa	Modulo Elastico Terreno [Mpa]
E <sub>tubo</sub> =	33346 MPa	Modulo Elastico Tubo [Mpa] - CLS
n =	0.16	<b>TUBO RIGIDO</b>
ρ =	20 KN/m <sup>3</sup>	Peso specifico del terreno di ricoprimento
φ =	34.0 °	Angolo di attrito del rinterro
δ =	22.6 °	Angolo d'attrito terreno tubazione
K =	0.2827	Coefficiente di spinta attiva
H =	2000 mm	Ricoprimento minimo del tubo dalla generatrice superiore
Tipo rinterro	indefinito	Normale - Indefinito
B =	2080 mm	Larghezza della trincea alla generatrice superiore del tubo
H/B =	0.962	Rapporto per la determinazione del tipo di trincea

**TRINCEA LARGA**

H/D =	1.563	Rapporto per la determinazione di Ct
C <sub>t</sub> (o C <sub>e</sub> ) =	2.234	coefficiente di carico del terreno
W <sub>c,min</sub> =	51.2 KN/m	Carico verticale di ricoprimento minimo
W <sub>c</sub> =	73.2 KN/m	Carico verticale rinterro
P' <sub>vc</sub> =	83.1 KN/m	Carico Mobile "Qk" sulla generatrice superiore
P <sub>vd</sub> =	8.5 KN/m	Carico Mobile "qk" sulla generatrice superiore
ψ =	1.1500	Coefficiente di incremento dinamico stradale
P <sub>a</sub> =	5.9 KN/m	Carico acqua interna
Q <sub>tot</sub> =	184.4 KN/m	Carico totale
Q <sub>0</sub> =	100 KN/m <sup>2</sup>	Classe di resistenza del tubo (certificata dal produttore)
μ =	1.5	Coefficiente di sicurezza
CP =	3.5	Coefficiente di posa (Dipendente dal tipo di appoggio)
P <sub>rd</sub> =	448.0 KN/m	Carico resistente
n =	✓ 2.429	Coefficiente di sicurezza n > μ

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 21 di 78

### 4.3. Verifiche Tombini $\Phi 1500$

DN 1500	H =800	
DN	1500 mm	Diametro nominale tubazione (diametro interno)
s =	165 mm	Spessore tubo (minimo)
D =	1830 mm	Diametro esterno tubazione
E <sub>terr.</sub> =	80 MPa	Modulo Elastico Terreno [Mpa]
E <sub>tubo</sub> =	33346 MPa	Modulo Elastico Tubo [Mpa] - CLS
n =	0.31	<b>TUBO RIGIDO</b>
$\rho$ =	20 KN/m <sup>3</sup>	Peso specifico del terreno di ricoprimento
$\varphi$ =	34.0 °	Angolo di attrito del rinterro
$\delta$ =	22.6 °	Angolo d'attrito terreno tubazione
K =	0.2827	Coefficiente di spinta attiva
H =	800 mm	Ricoprimento minimo del tubo dalla generatrice superiore
Tipo rinterro	indefinito	Normale - Indefinito
B =	2700 mm	Larghezza della trincea alla generatrice superiore del tubo
H/B =	0.296	Rapporto per la determinazione del tipo di trincea

#### TRINCEA LARGA

H/D =	0.437	Rapporto per la determinazione di Ct
C <sub>t</sub> (o C <sub>e</sub> ) =	0.535	coefficiente di carico del terreno
W <sub>c,min</sub> =	29.3 KN/m	Carico verticale di ricoprimento minimo
W <sub>c</sub> =	35.8 KN/m	Carico verticale rinterro
P' <sub>vc</sub> =	166.4 KN/m	Carico Mobile "Qk" sulla generatrice superiore
P <sub>vd</sub> =	13.7 KN/m	Carico Mobile "qk" sulla generatrice superiore
$\psi$ =	1.3750	Coefficiente di incremento dinamico stradale
P <sub>a</sub> =	13.3 KN/m	Carico acqua interna
Q <sub>tot</sub> =	296.7 KN/m	Carico totale
Q <sub>0</sub> =	100 KN/m <sup>2</sup>	Classe di resistenza del tubo (certificata dal produttore)
$\mu$ =	1.5	Coefficiente di sicurezza
CP =	3.5	Coefficiente di posa (Dipendente dal tipo di appoggio)
P <sub>rd</sub> =	640.5 KN/m	Carico resistente
n =	✓ 2.159	Coefficiente di sicurezza $n > \mu$



Anas SpA

Compartimento della Viabilità per L'Aquila

ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A

PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"  
Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale  
LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE  
Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale

Maggio 2018

Rev. 0

Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare

Pag. 22 di 78

DN1500		H =2000
DN	1500 mm	Diametro nominale tubazione (diametro interno)
s =	165 mm	Spessore tubo (minimo)
D =	1830 mm	Diametro esterno tubazione
E <sub>terr.</sub> =	80 MPa	Modulo Elastico Terreno [Mpa]
E <sub>tubo</sub> =	33346 MPa	Modulo Elastico Tubo [Mpa] - CLS
n =	0.31	<b>TUBO RIGIDO</b>
ρ =	20 KN/m <sup>3</sup>	Peso specifico del terreno di ricoprimento
φ =	34.0 °	Angolo di attrito del rinterro
δ =	22.6 °	Angolo d'attrito terreno tubazione
K =	0.2827	Coefficiente di spinta attiva
H =	2000 mm	Ricoprimento minimo del tubo dalla generatrice superiore
Tipo rinterro	indefinito	Normale - Indefinito
B =	2700 mm	Larghezza della trincea alla generatrice superiore del tubo
H/B =	0.741	Rapporto per la determinazione del tipo di trincea

TRINCEA LARGA

H/D =	1.093	Rapporto per la determinazione di Ct
C <sub>t</sub> (o C <sub>e</sub> ) =	1.423	coefficiente di carico del terreno
W <sub>c,min</sub> =	73.2 KN/m	Carico verticale di ricoprimento minimo
W <sub>c</sub> =	95.3 KN/m	Carico verticale rinterro
P' <sub>vc</sub> =	118.8 KN/m	Carico Mobile "Qk" sulla generatrice superiore
P <sub>vd</sub> =	12.1 KN/m	Carico Mobile "qk" sulla generatrice superiore
ψ =	1.1500	Coefficiente di incremento dinamico stradale
P <sub>a</sub> =	13.3 KN/m	Carico acqua interna
Q <sub>tot</sub> =	259.1 KN/m	Carico totale
Q <sub>0</sub> =	100 KN/m <sup>2</sup>	Classe di resistenza del tubo (certificata dal produttore)
μ =	1.5	Coefficiente di sicurezza
CP =	3.5	Coefficiente di posa (Dipendente dal tipo di appoggio)
P <sub>rd</sub> =	640.5 KN/m	Carico resistente
n =	✓ 2.472	Coefficiente di sicurezza n > μ



Anas SpA

Compartimento della Viabilità per L'Aquila

ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A

PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"  
Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale  
LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE  
Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale

Maggio 2018

Rev. 0

Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare

Pag. 23 di 78

DN1500		H = 3000
DN	1500 mm	Diametro nominale tubazione (diametro interno)
s =	165 mm	Spessore tubo (minimo)
D =	1830 mm	Diametro esterno tubazione
E <sub>terr.</sub> =	80 MPa	Modulo Elastico Terreno [Mpa]
E <sub>tubo</sub> =	33346 MPa	Modulo Elastico Tubo [Mpa] - CLS
n =	0.31	<b>TUBO RIGIDO</b>
ρ =	20 KN/m <sup>3</sup>	Peso specifico del terreno di ricoprimento
φ =	34.0 °	Angolo di attrito del rinterro
δ =	22.6 °	Angolo d'attrito terreno tubazione
K =	0.2827	Coefficiente di spinta attiva
H =	3000 mm	Ricoprimento minimo del tubo dalla generatrice superiore
Tipo rinterro	indefinito	Normale - Indefinito
B =	2700 mm	Larghezza della trincea alla generatrice superiore del tubo
H/B =	1.111	Rapporto per la determinazione del tipo di trincea

TRINCEA LARGA

H/D =	1.639	Rapporto per la determinazione di Ct
C <sub>t</sub> (o C <sub>g</sub> ) =	2.380	coefficiente di carico del terreno
W <sub>c,min</sub> =	109.8 KN/m	Carico verticale di ricoprimento minimo
W <sub>c</sub> =	159.4 KN/m	Carico verticale rinterro
P' <sub>vc</sub> =	93.2 KN/m	Carico Mobile "Qk" sulla generatrice superiore
P <sub>vd</sub> =	11.1 KN/m	Carico Mobile "qk" sulla generatrice superiore
ψ =	1.1000	Coefficiente di incremento dinamico stradale
P <sub>s</sub> =	13.3 KN/m	Carico acqua interna
Q <sub>tot</sub> =	287.4 KN/m	Carico totale
Q <sub>0</sub> =	100 KN/m <sup>2</sup>	Classe di resistenza del tubo (certificata dal produttore)
μ =	1.5	Coefficiente di sicurezza
CP =	3.5	Coefficiente di posa (Dipendente dal tipo di appoggio)
P <sub>rd</sub> =	640.5 KN/m	Carico resistente
n =	✓ 2.229	Coefficiente di sicurezza n > μ



Anas SpA

Compartimento della Viabilità per L'Aquila

ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A

PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"  
Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale  
LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE  
Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale

Maggio 2018

Rev. 0

Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare

Pag. 24 di 78

DN1500		H =5000
DN	1500 mm	Diametro nominale tubazione (diametro interno)
s =	165 mm	Spessore tubo (minimo)
D =	1830 mm	Diametro esterno tubazione
E <sub>terr.</sub> =	80 MPa	Modulo Elastico Terreno [Mpa]
E <sub>tubo</sub> =	33346 MPa	Modulo Elastico Tubo [Mpa] - CLS
n =	0.31	<b>TUBO RIGIDO</b>
ρ =	20 KN/m <sup>3</sup>	Peso specifico del terreno di ricoprimento
φ =	34.0 °	Angolo di attrito del rinterro
δ =	22.6 °	Angolo d'attrito terreno tubazione
K =	0.2827	Coefficiente di spinta attiva
H =	5000 mm	Ricoprimento minimo del tubo dalla generatrice superiore
Tipo rinterro	indefinito	Normale - Indefinito
B =	2700 mm	Larghezza della trincea alla generatrice superiore del tubo
H/B =	1.852	Rapporto per la determinazione del tipo di trincea

**TRINCEA STRETTA**

H/D =	2.732	Rapporto per la determinazione di Ct
C <sub>t</sub> (o C <sub>e</sub> ) =	1.502	coefficiente di carico del terreno
W <sub>c,min</sub> =	183.0 KN/m	Carico verticale di ricoprimento minimo
W <sub>c</sub> =	183.0 KN/m	Carico verticale rinterro
P' <sub>vc</sub> =	63.1 KN/m	Carico Mobile "Qk" sulla generatrice superiore
P <sub>vd</sub> =	10.9 KN/m	Carico Mobile "qk" sulla generatrice superiore
ψ =	1.0600	Coefficiente di incremento dinamico stradale
P <sub>a</sub> =	13.3 KN/m	Carico acqua interna
Q <sub>tot</sub> =	274.7 KN/m	Carico totale
Q <sub>0</sub> =	100 KN/m <sup>2</sup>	Classe di resistenza del tubo (certificata dal produttore)
μ =	1.5	Coefficiente di sicurezza
CP =	3.5	Coefficiente di posa (Dipendente dal tipo di appoggio)
P <sub>rd</sub> =	640.5 KN/m	Carico resistente
n =	✓ 2.332	Coefficiente di sicurezza n > μ



Anas SpA

Compartimento della Viabilità per L'Aquila

ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A

PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"  
Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale  
LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE  
Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale

Maggio 2018

Rev. 0

Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare

Pag. 25 di 78

DN1500		H =6000
DN	1500 mm	Diametro nominale tubazione (diametro interno)
s =	165 mm	Spessore tubo (minimo)
D =	1830 mm	Diametro esterno tubazione
E <sub>terr.</sub> =	80 MPa	Modulo Elastico Terreno [Mpa]
E <sub>tubo</sub> =	33346 MPa	Modulo Elastico Tubo [Mpa] - CLS
n =	0.31	<b>TUBO RIGIDO</b>
ρ =	20 KN/m <sup>3</sup>	Peso specifico del terreno di ricoprimento
φ =	34.0 °	Angolo di attrito del rinterro
δ =	22.6 °	Angolo d'attrito terreno tubazione
K =	0.2827	Coefficiente di spinta attiva
H =	6000 mm	Ricoprimento minimo del tubo dalla generatrice superiore
Tipo rinterro	indefinito	Normale - Indefinito
B =	2700 mm	Larghezza della trincea alla generatrice superiore del tubo
H/B =	2.222	Rapporto per la determinazione del tipo di trincea

TRINCEA STRETTA

H/D =	3.279	Rapporto per la determinazione di Ct
C <sub>t</sub> (o C <sub>e</sub> ) =	1.731	coefficiente di carico del terreno
W <sub>c,min</sub> =	219.6 KN/m	Carico verticale di ricoprimento minimo
W <sub>c</sub> =	219.6 KN/m	Carico verticale rinterro
P' <sub>vc</sub> =	58.0 KN/m	Carico Mobile "Qk" sulla generatrice superiore
P <sub>vd</sub> =	10.7 KN/m	Carico Mobile "qk" sulla generatrice superiore
ψ =	1.0500	Coefficiente di incremento dinamico stradale
P <sub>a</sub> =	13.3 KN/m	Carico acqua interna
Q <sub>tot</sub> =	305.0 KN/m	Carico totale
Q <sub>0</sub> =	100 KN/m <sup>2</sup>	Classe di resistenza del tubo (certificata dal produttore)
μ =	1.5	Coefficiente di sicurezza
CP =	3.5	Coefficiente di posa (Dipendente dal tipo di appoggio)
P <sub>rd</sub> =	640.5 KN/m	Carico resistente
n =	✓ 2.100	Coefficiente di sicurezza n > μ



Anas SpA

Compartimento della Viabilità per L'Aquila

ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A

PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"  
Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale  
LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE  
Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale

Maggio 2018

Rev. 0

Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare

Pag. 26 di 78

DN1500		H = 7000
DN	1500 mm	Diametro nominale tubazione (diametro interno)
s =	165 mm	Spessore tubo (minimo)
D =	1830 mm	Diametro esterno tubazione
E <sub>terr.</sub> =	80 MPa	Modulo Elastico Terreno [Mpa]
E <sub>tubo</sub> =	33346 MPa	Modulo Elastico Tubo [Mpa] - CLS
n =	0.31	<b>TUBO RIGIDO</b>
ρ =	20 KN/m <sup>3</sup>	Peso specifico del terreno di ricoprimento
φ =	34.0 °	Angolo di attrito del rinterro
δ =	22.6 °	Angolo d'attrito terreno tubazione
K =	0.2827	Coefficiente di spinta attiva
H =	7000 mm	Ricoprimento minimo del tubo dalla generatrice superiore
Tipo rinterro	indefinito	Normale - Indefinito
B =	2700 mm	Larghezza della trincea alla generatrice superiore del tubo
H/B =	2.593	Rapporto per la determinazione del tipo di trincea

TRINCEA STRETTA

H/D =	3.825	Rapporto per la determinazione di Ct
C <sub>t</sub> (o C <sub>e</sub> ) =	1.942	coefficiente di carico del terreno
W <sub>c,min</sub> =	256.2 KN/m	Carico verticale di ricoprimento minimo
W <sub>c</sub> =	256.2 KN/m	Carico verticale rinterro
P' <sub>vc</sub> =	52.9 KN/m	Carico Mobile "Qk" sulla generatrice superiore
P <sub>vd</sub> =	10.0 KN/m	Carico Mobile "qk" sulla generatrice superiore
ψ =	1.0429	Coefficiente di incremento dinamico stradale
P <sub>s</sub> =	13.3 KN/m	Carico acqua interna
Q <sub>tot</sub> =	335.0 KN/m	Carico totale
Q <sub>0</sub> =	100 KN/m <sup>2</sup>	Classe di resistenza del tubo (certificata dal produttore)
μ =	1.5	Coefficiente di sicurezza
CP =	3.5	Coefficiente di posa (Dipendente dal tipo di appoggio)
P <sub>rd</sub> =	640.5 KN/m	Carico resistente
n =	✓ 1.912	Coefficiente di sicurezza n > μ

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 27 di 78

#### 4.4. Verifiche Tombini $\Phi 1800$

DN 1800	H =800	
DN	1800 mm	Diametro nominale tubazione (diametro interno)
s =	198 mm	Spessore tubo (minimo)
D =	2196 mm	Diametro esterno tubazione
$E_{terr.}$ =	80 MPa	Modulo Elastico Terreno [Mpa]
$E_{tubo}$ =	33346 MPa	Modulo Elastico Tubo [Mpa] - CLS
n =	0.31	<b>TUBO RIGIDO</b>
$\rho$ =	20 KN/m <sup>3</sup>	Peso specifico del terreno di ricoprimento
$\varphi$ =	34.0 °	Angolo di attrito del rinterro
$\delta$ =	22.6 °	Angolo d'attrito terreno tubazione
K =	0.2827	Coefficiente di spinta attiva
H =	800 mm	Ricoprimento minimo del tubo dalla generatrice superiore
Tipo rinterro	indefinito	Normale - Indefinito
B =	3100 mm	Larghezza della trincea alla generatrice superiore del tubo
H/B =	0.258	Rapporto per la determinazione del tipo di trincea

#### TRINCEA LARGA

H/D =	0.364	Rapporto per la determinazione di Ct
$C_t$ (o $C_e$ ) =	0.453	coefficiente di carico del terreno
$W_{c,min}$ =	35.1 KN/m	Carico verticale di ricoprimento minimo
$W_c$ =	43.7 KN/m	Carico verticale rinterro
$P'_{vc}$ =	200.0 KN/m	Carico Mobile "Qk" sulla generatrice superiore
$P_{vd}$ =	16.5 KN/m	Carico Mobile "qk" sulla generatrice superiore
$\psi$ =	1.3750	Coefficiente di incremento dinamico stradale
$P_e$ =	19.1 KN/m	Carico acqua interna
$Q_{tot}$ =	360.5 KN/m	Carico totale
$Q_0$ =	100 KN/m <sup>2</sup>	Classe di resistenza del tubo (certificata dal produttore)
$\mu$ =	1.5	Coefficiente di sicurezza
CP =	3.5	Coefficiente di posa (Dipendente dal tipo di appoggio)
$P_{rd}$ =	768.6 KN/m	Carico resistente
n =	✓ 2.132	Coefficiente di sicurezza $n > \mu$



Anas SpA

Compartimento della Viabilità per L'Aquila

ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A

PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"  
Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale  
LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE  
Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale

Maggio 2018

Rev. 0

Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare

Pag. 28 di 78

DN1800		H =2000
DN	1800 mm	Diametro nominale tubazione (diametro interno)
s =	198 mm	Spessore tubo (minimo)
D =	2196 mm	Diametro esterno tubazione
E <sub>terr.</sub> =	80 MPa	Modulo Elastico Terreno [Mpa]
E <sub>tubo</sub> =	33346 MPa	Modulo Elastico Tubo [Mpa] - CLS
n =	0.31	<b>TUBO RIGIDO</b>
ρ =	20 KN/m <sup>3</sup>	Peso specifico del terreno di ricoprimento
φ =	34.0 °	Angolo di attrito del rinterro
δ =	22.6 °	Angolo d'attrito terreno tubazione
K =	0.2827	Coefficiente di spinta attiva
H =	2000 mm	Ricoprimento minimo del tubo dalla generatrice superiore
Tipo rinterro	indefinito	Normale - Indefinito
B =	3100 mm	Larghezza della trincea alla generatrice superiore del tubo
H/B =	0.645	Rapporto per la determinazione del tipo di trincea

**TRINCEA LARGA**

H/D =	0.911	Rapporto per la determinazione di Ct
C <sub>t</sub> (o C <sub>e</sub> ) =	1.148	coefficiente di carico del terreno
W <sub>c,min</sub> =	87.8 KN/m	Carico verticale di ricoprimento minimo
W <sub>c</sub> =	110.7 KN/m	Carico verticale rinterro
P' <sub>vc</sub> =	142.8 KN/m	Carico Mobile "Qk" sulla generatrice superiore
P <sub>vd</sub> =	14.6 KN/m	Carico Mobile "qk" sulla generatrice superiore
ψ =	1.1500	Coefficiente di incremento dinamico stradale
P <sub>a</sub> =	19.1 KN/m	Carico acqua interna
Q <sub>tot</sub> =	310.8 KN/m	Carico totale
Q <sub>0</sub> =	100 KN/m <sup>2</sup>	Classe di resistenza del tubo (certificata dal produttore)
μ =	1.5	Coefficiente di sicurezza
CP =	3.5	Coefficiente di posa (Dipendente dal tipo di appoggio)
P <sub>rd</sub> =	768.6 KN/m	Carico resistente
n =	✓ 2.473	Coefficiente di sicurezza n > μ

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 29 di 78

#### 4.5. Riepilogo classi di resistenza

	<b>PROG.</b>	<b>PE</b>	<b>Classe di resistenza Tubo</b>	
	km+m	diam.	kN/m <sup>2</sup>	
Opera	<b>1</b>	0+ 275	<b>1500</b>	<b>100</b>
Opera	<b>3</b>	0+ 775	<b>1500</b>	<b>100</b>
Opera	<b>3b</b>	0+ 847	<b>1000</b>	<b>100</b>
Opera	<b>4</b>	0+ 946	<b>1500</b>	<b>100</b>
Opera	<b>5</b>	1+ 080	<b>1500</b>	<b>100</b>
Opera	<b>11A</b>	1+ 915	<b>1500</b>	<b>100</b>
Opera	<b>16</b>	2+ 445	<b>1500</b>	<b>100</b>
Opera	<b>18</b>	2+ 645	<b>1800</b>	<b>100</b>
Opera	<b>20</b>	rampa RS	<b>1500</b>	<b>100</b>
Opera	<b>21</b>	2+ 914	<b>1500</b>	<b>100</b>
Opera	<b>21b</b>	svincolo	<b>1000</b>	<b>100</b>
Opera	<b>22</b>	rampaR1-R4	<b>1500</b>	<b>100</b>
Opera	<b>23</b>	3+ 026	<b>1500</b>	<b>100</b>
Opera	<b>24</b>	3+ 078	<b>1500</b>	<b>100</b>
Opera	<b>28</b>	<b>ARROCCAMENTO</b>	<b>1500</b>	<b>100</b>

Per le opere oggetto della presente trattazione la classe di resistenza dei tubi pari a **100 kN/m<sup>2</sup>** soddisfa le verifiche in tutte le situazioni.

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 30 di 78

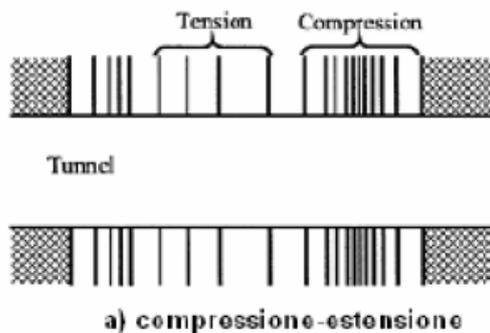
## 5. Condizioni Sismiche

I tombini circolari non risentono in maniera apprezzabile degli effetti dell'azione sismica, soprattutto in considerazione del fatto che in condizioni sismiche non è prevista la concomitanza delle azioni derivanti dai carichi mobili del traffico veicolare.

Nel presente paragrafo si riporta la valutazione degli effetti dell'azione sismica lungo l'asse della canna in termini degli spostamenti relativi in corrispondenza dei giunti. Come già anticipato la canna è suddivisa in conci di tubo prefabbricato che presentano un giunto a bicchiere ogni 2 mt, pertanto il sistema strutturale presenta una discreta capacità a deformarsi nelle direzioni radiali. In maniera approssimata, ma conservativa, si procede quindi alla valutazione degli effetti delle onde sismiche mediante la seguente relazione, che esprime la curvatura che subisce il terreno per effetto della propagazione delle onde di taglio:

$$X = a_g / V_s^2$$

in cui  $a_g$  è l'accelerazione attesa per lo stato limite considerato del terreno e  $V_s$  la velocità delle onde S.



Nel casi in esame, trattandosi di suolo di categoria B caratterizzato da un range di valori della velocità delle onde tra 360 m/s e 800 m/s, si assume cautelativamente:

$$V_s = 360 \text{ m/sec}$$

$$a_g = 0.2928 \text{ g} \quad (\text{SLV})$$

$$\text{da cui risulta:} \quad X = 2.3 \text{ E-5 } 1/\text{m}$$

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <p><b>Anas SpA</b></p> <p>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</p>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	PROVINCIA DI L'AQUILA - <b>STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 31 di 78

Lo spostamento relativo conseguente a tale distorsione tra due giunti posizionati a distanza  $L = 2$  mt, per ogni diametro (D) di tubo utilizzato in progetto, vale :  $\delta_{rel} = X * D/2 * L$

$$\Phi 1000 \quad \Rightarrow \quad \delta_{rel} = 0.023 \text{ mm}$$

$$\Phi 1500 \quad \Rightarrow \quad \delta_{rel} = 0.035 \text{ mm}$$

$$\Phi 1800 \quad \Rightarrow \quad \delta_{rel} = 0.041 \text{ mm}$$

Da cui risulta che l'escursione dovuta all'azione sismica tra due giunti consecutivi, per ogni diametro utilizzato, è dell'ordine di centesimi di millimetro, ampiamente compatibile con la capacità deformativa degli stessi.

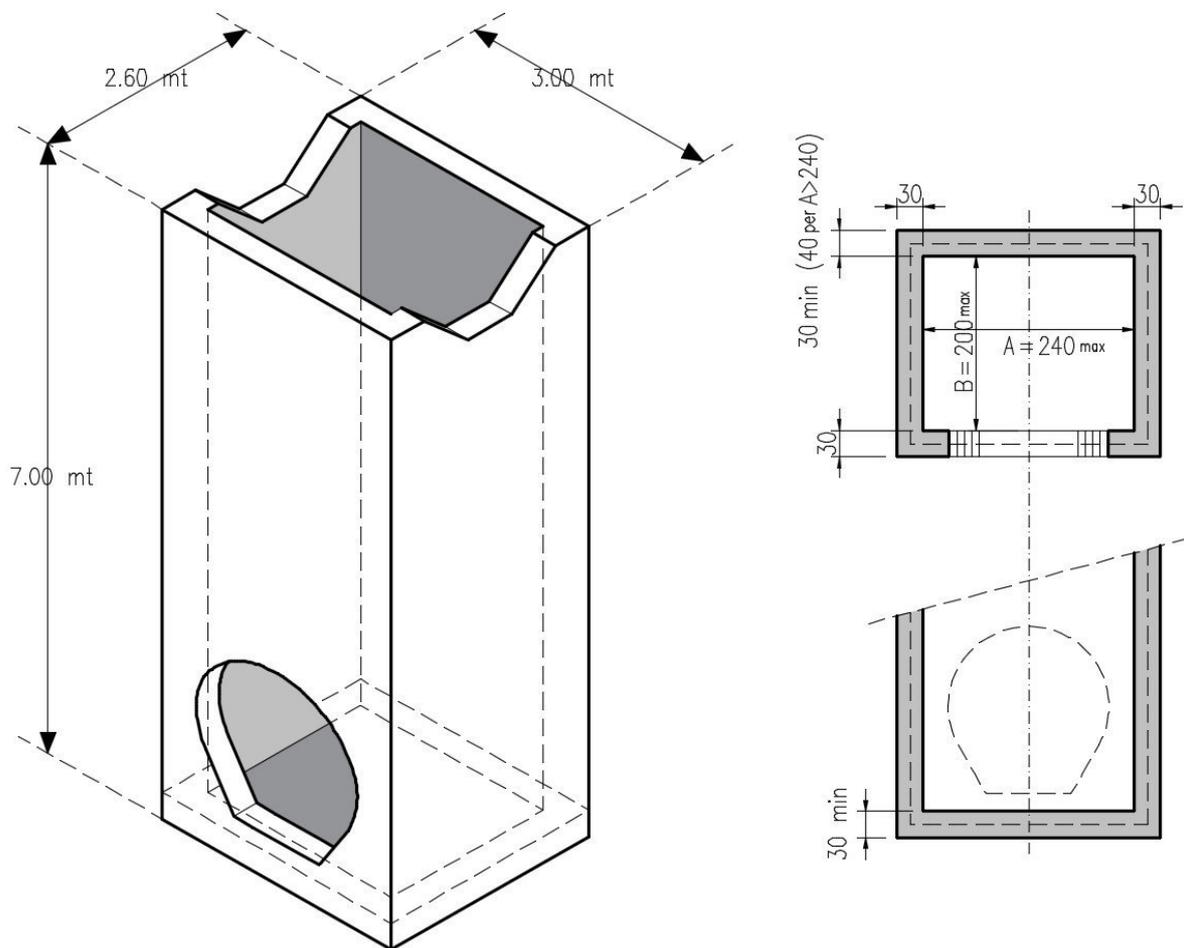
P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	PROVINCIA DI L'AQUILA - <b>STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 32 di 78

## 6. Opere d'imbocco – Pozzetti

### 6.1. Premessa

Si riportano in questo capitolo le verifiche relative ai pozzetti presenti agli imbocchi dei tombini idraulici trattati nel presente documento. Di fatto si analizza una geometria fittizia dell'opera di dimensioni tali da comprendere tutte le casistiche presenti lungo la tratta di progetto.



 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 33 di 78

## 6.2. Criteri di calcolo

Lo stato di sollecitazione della struttura viene desunto da un calcolo elettronico operante con un modello spaziale discretizzato con elementi finiti bidimensionali (shell element).

Nel modello è stata simulata l'interazione terreno/struttura operando con molle alla Winkler non reagenti a trazione. In corrispondenza del basamento è stata utilizzata la costante di sottofondo del terreno in sito mentre lungo le pareti, a contatto col terreno di rilevato, si è fatto riferimento ad una costante orizzontale valutata secondo la formula di Matlock e Reese (1956) variabile con la profondità. Considerando quindi un terreno di rilevato di tipo incoerente con un grado di addensamento elevato:

$$K_h = n_h z/d$$

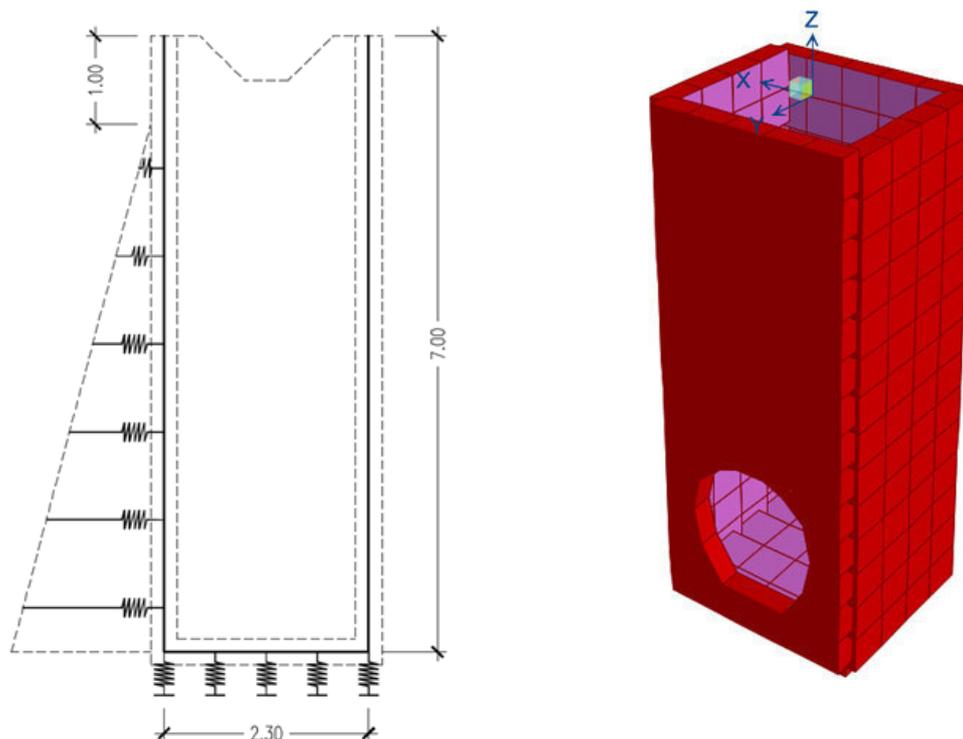
In cui  $z$  = profondità dal p.c.,

$d$  = larghezza della struttura scatolare

$n_h = A \gamma_t / 1.35$  (in cui  $A=1500$  per il tipo di terreno considerato)

Per la modellazione ad elementi finiti è stato utilizzato il programma Sap 2000 versione 14.1.0 (Aut./prod. "C.S.i" lic. 0X23C41 intestata a Solidus s.r.l.)

La struttura è definita sulla base dei piani baricentrici degli elementi:



 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 34 di 78

Le verifiche delle sezioni sono state eseguite secondo il metodo agli Stati Limite.

Per gli stati limite di esercizio si effettuano le seguenti verifiche:

#### Verifica delle tensioni di esercizio

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio:

- $\sigma_c < 0,60 f_{ck}$  per combinazione caratteristica (rara)
- $\sigma_c < 0,45 f_{ck}$  per combinazione quasi permanente.

Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio:

- $\sigma_s < 0,8 f_{yk}$  per combinazione caratteristica (rara)

#### Verifica a fessurazione

Si evidenziano nella tabella seguente i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione:

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
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	$\leq w_1$

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 35 di 78

## 6.3. Analisi dei carichi

### 6.3.1. Pesi propri strutturali ( $G_{k0}$ )

Si assume per il calcestruzzo armato una densità di peso pari a:

$$\gamma_{cls} = 25 \text{ kN} / \text{m}^3$$

### 6.3.2. Spinta del terreno in condizioni statiche ( $S_{Gk}$ )

Si considera la spinta generata dai carichi permanenti agenti sui lati del pozzetto considerando il coefficiente di spinta a riposo:

$$k_0 = 1 - \tan(\phi) = 0.426$$

Pertanto il diagramma di spinta avrà forma triangolare ed a partire dal piano campagna termina in corrispondenza del piano medio della soletta di base del pozzetto.

$$\sigma = k_0 \times \gamma_t \times z$$

### 6.3.3. Carichi accidentali

Sul piano di campagna si considera agente un carico accidentale di intensità pari a 20 kN/m<sup>2</sup> posizionato nelle condizioni più sfavorevoli.

### 6.3.4. Azioni derivanti dalla presenza della falda

La quota di falda per l'opera in esame è sufficientemente profonda, tale da poter assumere l'assenza di interferenze col regime di spinta dei terreni sulle strutture. Si esclude pertanto la possibilità che si attivino fenomeni di galleggiamento.

### 6.3.5. Azioni termiche

Dato che le opere in progetto sono completamente interrato non si considerano variazioni termiche apprezzabili nelle strutture.

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 36 di 78

### 6.3.6. Carico idrostatico

Il carico idrostatico derivante dalla presenza di acqua all'interno del pozzetto rimane sempre inferiore alle spinte agenti dall'esterno, poiché si intende adottare armature simmetriche lungo le pareti dell'opera, non si prevedono combinazioni di carico che contemplano tale azione.

Si considera comunque in alcune combinazioni di carico il peso dell'acqua contenuto all'interno del pozzetto.

### 6.4. Azioni sismiche ( $F_{sis}$ , $S_{sis}$ )

L'analisi in condizione sismica è eseguita con il metodo pseudo-statico, definendo l'azione sismica mediante una forza statica equivalente pari al prodotto delle masse per il coefficiente sismico.

Ammettendo che il terreno di riporto sia ben costipato, si ipotizza che lo scatolare si muova insieme al terreno. Di conseguenza il fattore di struttura  $q$  è posto pari a 1 e per l'opera in esame, considerata non dissipativa, non si applicano i particolari costruttivi inerenti la duttilità degli elementi.

$$F_{sis} = P \cdot k_h \quad k_h = \beta_m a_{max} / g = 0.122 \quad (SLV) \quad \begin{array}{l} P = \text{peso proprio} \\ k = \text{coefficiente sismico} \end{array}$$

Dove

- $\beta_m$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito si pone cautelativamente pari a 1.
- $a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- $g$  = accelerazione di gravità.

l'accelerazione massima attesa al sito si valuta con la relazione:

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

in cui

- $S$  = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ),

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 37 di 78

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

Le masse soggette all'accelerazione sismica sono la massa propria della struttura e l'acqua in essa contenuta, quando presente.

Le pressioni sismiche esercitate dal terreno sulle pareti (in aggiunta a quelle statiche) sono calcolate sulla base del coefficiente sismico orizzontale  $k_h$ . Il diagramma di tali pressioni è considerato uniforme e di intensità costante pari a

$$S_{sis} = k_h \cdot q_0 + k_h \cdot \gamma \cdot H$$

in cui

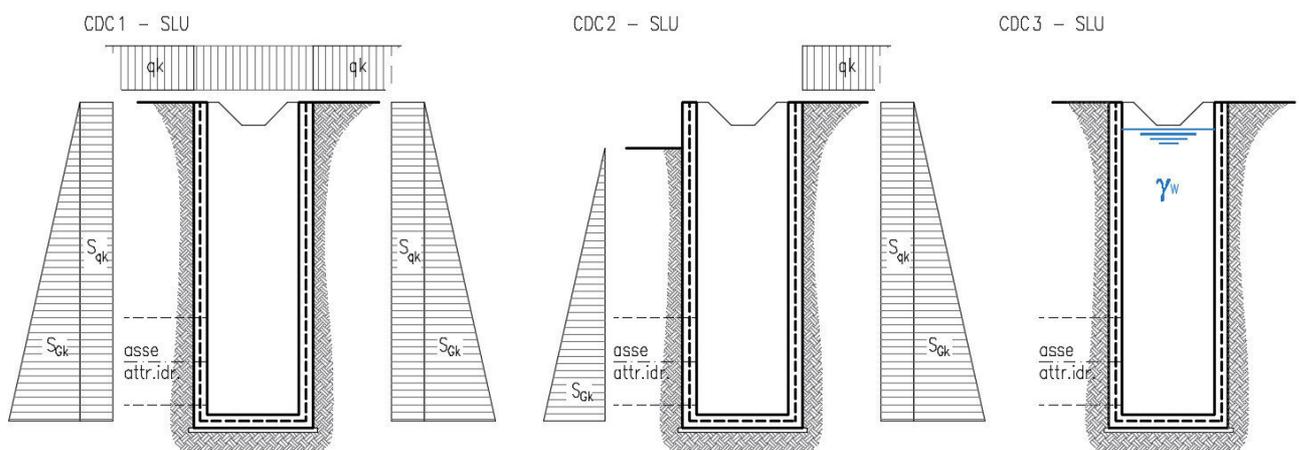
$q_0$  è la pressione prodotta dal sovraccarico sismico,

$\gamma$  è il peso di volume del terreno,

H è l'altezza del rinfiacco.

## 6.5. Schema riepilogativo dei carichi

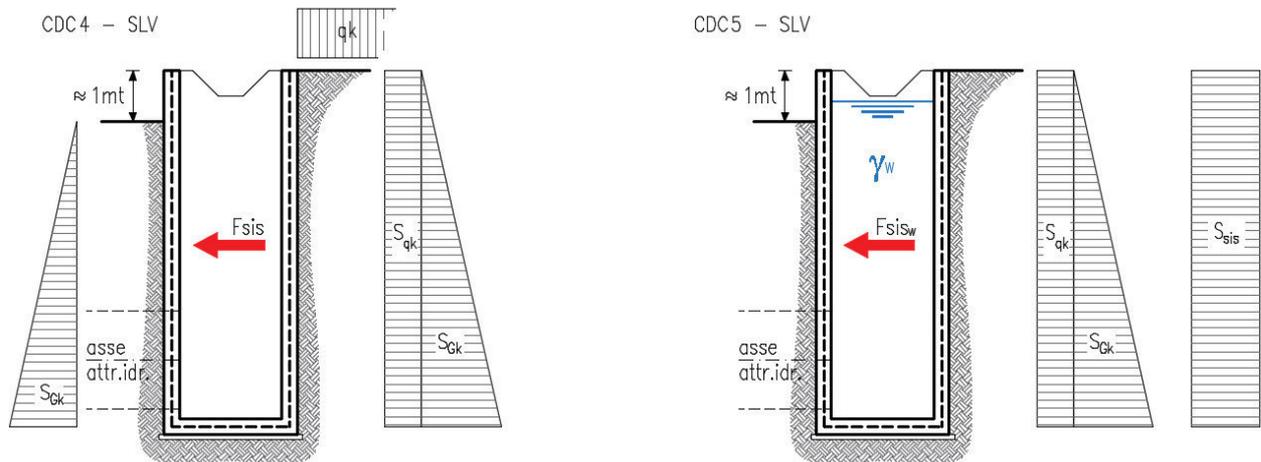
### COMBINAZIONI CARICHI IN ESERCIZIO



P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018	
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>		Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>		Pag. 38 di 78

## COMBINAZIONI CARICHI IN CONDIZIONE SISMICA



## 6.6. Combinazioni di carico

Le condizioni di carico elementari sono state combinate in accordo con le indicazioni fornite dalla normativa per la progettazione dei ponti stradali (NTC 2008 - § 5.1.3.12):

- 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

<sup>(2)</sup> Poichè i carichi permanenti non strutturali sono compiutamente definiti si adotteranno gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 39 di 78

- Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali:

<i>Azioni</i>	<i>Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)</i>	<i>Coefficiente <math>\psi_0</math> di combinazione</i>	<i>Coefficiente <math>\psi_1</math> (valori frequenti)</i>	<i>Coefficiente <math>\psi_2</math> (valori quasi permanenti)</i>
<i>Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)</i>	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
<i>Vento <math>q_s</math></i>	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
<i>Neve <math>q_s</math></i>	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
<i>Temperatura</i>	$T_k$	0,6	0,6	0,5

Per i vari stati limite sono state considerate le seguenti combinazioni:

- SLU  $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$
- SLE caratt.  $G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$
- SLE freq.  $G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$
- SLE q.p.  $G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$
- Sisma  $E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:  $G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

Per gli stati limite ultimi si fa riferimento all'Approccio 2 (A1+M1+R3 - NTC 2008 § 6.5.3.1.1), quindi utilizzando i valori unitari per i coefficienti geotecnici del terreno ed assumendo pari a 2.3 il coefficiente parziale  $\gamma_R$  per la verifica della capacità portante della fondazione.

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--



Anas SpA

Compartimento della Viabilità per L'Aquila

ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A

PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"  
Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale  
LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE  
Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale

Maggio 2018

Rev. 0

Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare

Pag. 40 di 78

## 6.7. Sollecitazioni e verifiche

### 6.7.1. Pareti

Per le pareti del pozzetto si prevede un'armatura tipica orizzontale composta da  $\Phi$  14/20 sia esternamente che internamente.

#### MOMENTI RESISTENTI

Dimensioni sezione

b [cm]	h [cm]
100	30

Armatura longitudinale

N*	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	7.70	5.4
2	7.70	24.6

As1 = arm. Esterna

As2 = arm. Interna

MRd max

$M_{xRd}$  **75.24** kN m

$\sigma_c$  **-14.17** N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$  **391.3** N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_c$  **3.5** ‰

$\epsilon_s$  **17.47** ‰

d **24.6** cm

x **4.105** x/d **0.1669**

$\delta$  **0.7**

MRd min

$M_{xRd}$  **-75.24** kN m

$\sigma_c$  **-14.17** N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$  **391.3** N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_c$  **3.5** ‰

$\epsilon_s$  **17.47** ‰

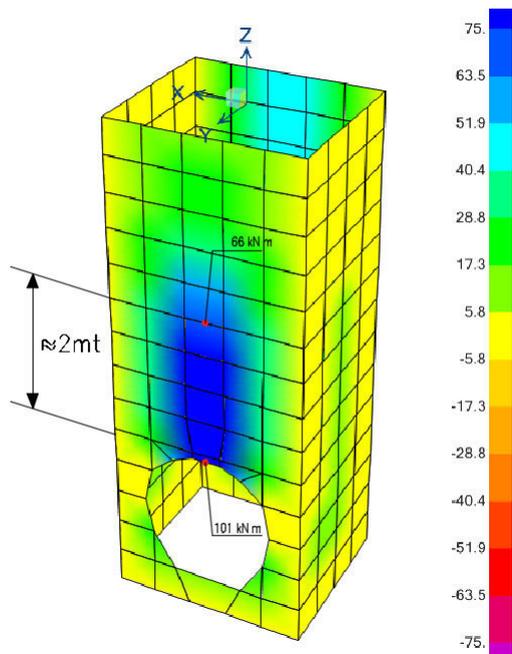
d **24.6** cm

x **4.105** x/d **0.1669**

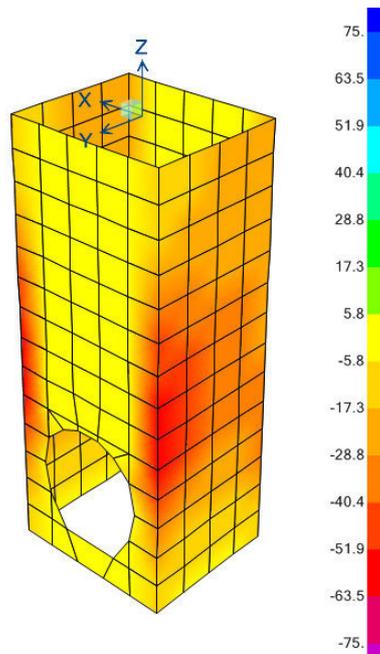
$\delta$  **0.7**

Diagramma momenti verticali (11) - INV SLU/SLV [kNm/m]

M11 max



M11 min



 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018	
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>		Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>		Pag. 41 di 78

Al di sopra del foro d'uscita è necessario un infittimento (dimezzamento del passo) dell'armatura trasversale per una porzione di parete alta circa 2 mt. Nei pozzetti di altezza inferiore ai 5 mt è sufficiente un'armatura di rinforzo del bordo foro.

Verticalmente si prevede un'armatura tipica composta da  $\Phi 12/20$  sia esternamente che internamente.

### MOMENTI RESISTENTI

Dimensioni sezione

b [cm]	h [cm]
100	30

Armatura longitudinale

As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
5.65	5.2
5.65	24.8

As1 = arm. Esterna

As2 = arm. Interna

MRd max

$M_{xRd}$  **58.47** kN m

$\sigma_c$  **-14.17** N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$  **391.3** N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_c$  **3.5** ‰

$\epsilon_s$  **21.02** ‰

d **24.8** cm

x **3.54** w/d **0.1427**

$\delta$  **0.7**

MRd min

$M_{xRd}$  **-58.47** kN m

$\sigma_c$  **-14.17** N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$  **391.3** N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_c$  **3.5** ‰

$\epsilon_s$  **21.02** ‰

d **24.8** cm

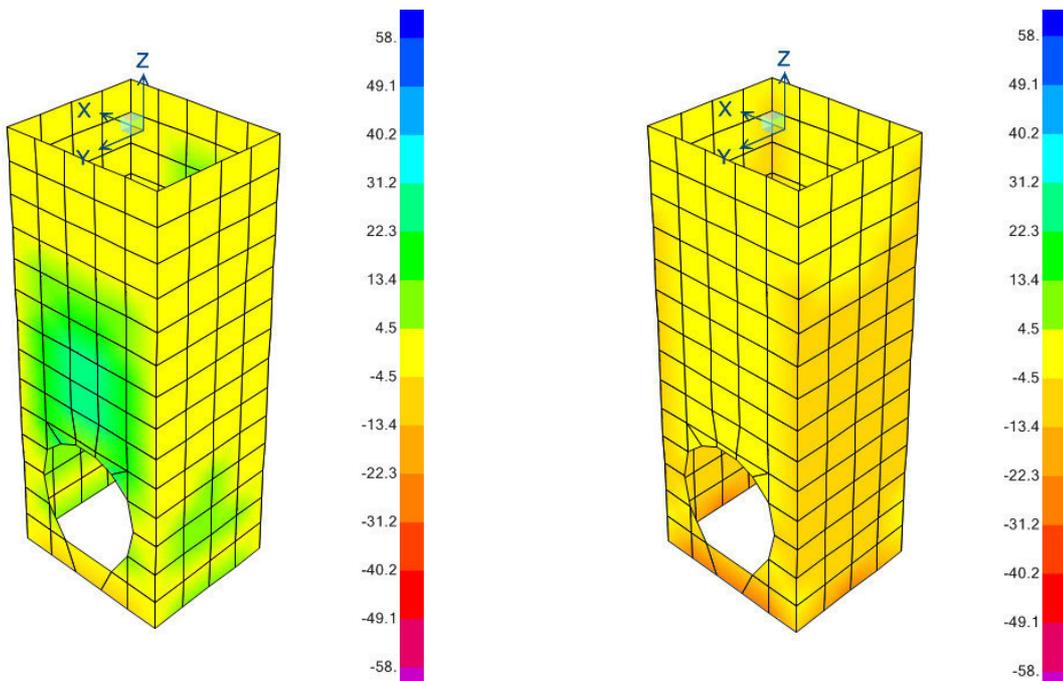
x **3.54** w/d **0.1427**

$\delta$  **0.7**

Diagramma momenti orizzontali (22) - INV SLU/SLV [kNm/m]

M22 max

M22 min



 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 42 di 78

**TAGLIO RESISTENTE FUORI DAL PIANO DELLE PARETI (sezione non armata a taglio)**

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} b d$$

Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12
Coefficiente k	k	1.89
		1.89
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	$\rho_l$	0.0022619
		0.0022619

$V_{Rd,c} = 120.7 \text{ kN} > V_{sd}$  si dispongono spille **9  $\Phi 8$  /mq**

**TAGLIO RESISTENTE NEL PIANO DELLE PARETI (sezione non armata)**

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} b d$$

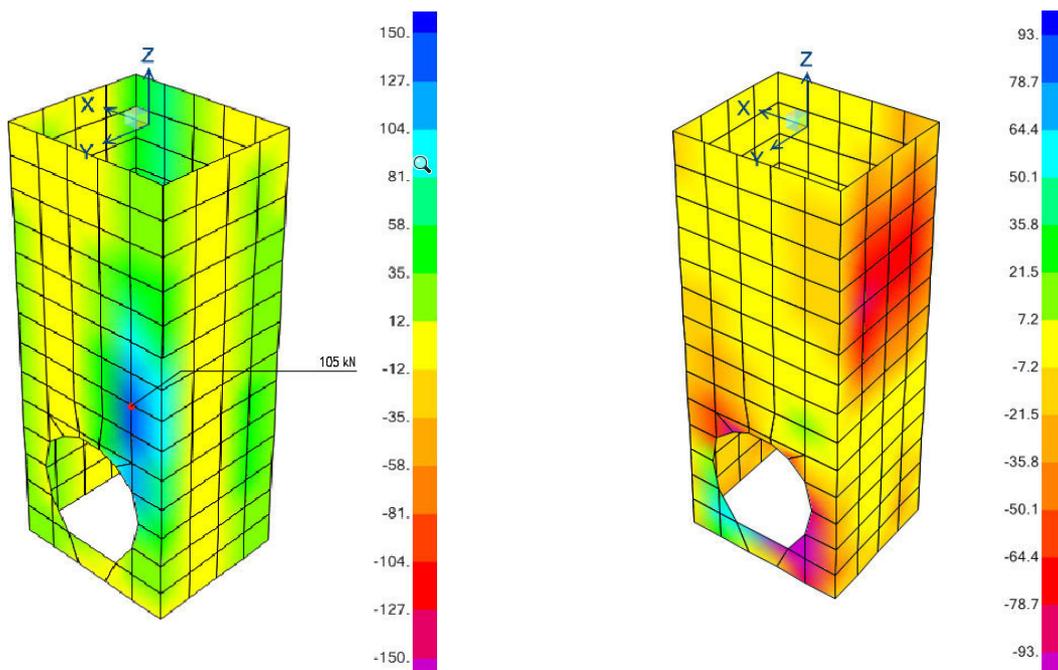
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12
Coefficiente k	k	1.46
		1.46
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	$\rho_l$	0.0015873
		0.0015873

$V_{Rd,c} = 93 \text{ kN} > V_{sd}$  (N.B. per la presenza delle armature di parete il valore di VRd è molto più alto)

**Diagramma sollecitazioni di taglio - INV SLU/SLV [kN/m]**

Fuori dal piano (Vmax)

Nel piano (F12)



P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018	
	PROVINCIA DI L'AQUILA - <b>STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale		Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>		Pag. 43 di 78

### 6.7.2. Soletta di base

Per la soletta si prevede un'armatura composta da  $\Phi$  12/20x20 superiore e inferiore.

#### MOMENTI RESISTENTI

Dimensioni sezione

b [cm]	h [cm]
100	30

Armatura longitudinale

As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
5.65	5.2
5.65	24.8

As1 = arm. superiore

As2 = arm. inferiore

MRd max

$M_{xRd}$  **58.47** kN m

$\sigma_c$  **-14.17** N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$  **391.3** N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_c$  **3.5** ‰

$\epsilon_s$  **21.02** ‰

d **24.8** cm

x **3.54** w/d **0.1427**

$\delta$  **0.7**

MRd min

$M_{xRd}$  **-58.47** kN m

$\sigma_c$  **-14.17** N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$  **391.3** N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_c$  **3.5** ‰

$\epsilon_s$  **21.02** ‰

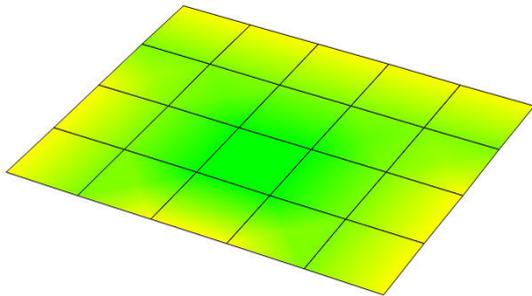
d **24.8** cm

x **3.54** w/d **0.1427**

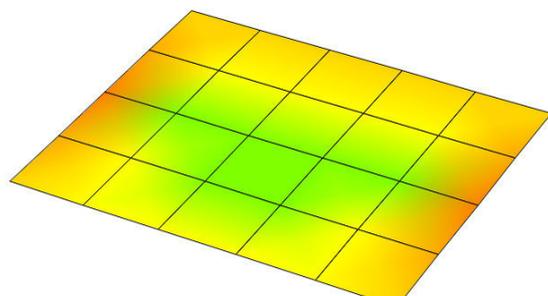
$\delta$  **0.7**

Diagramma momenti - INV SLU/SLV [kNm/m]

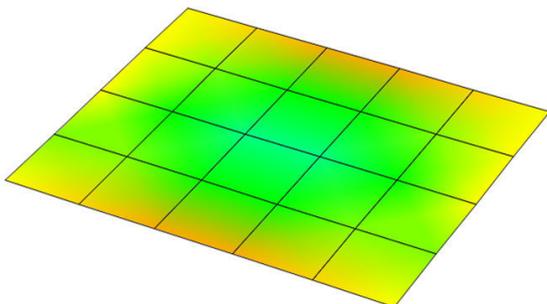
M11 max



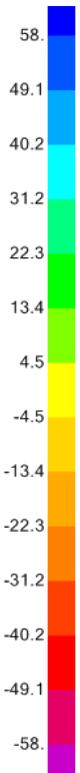
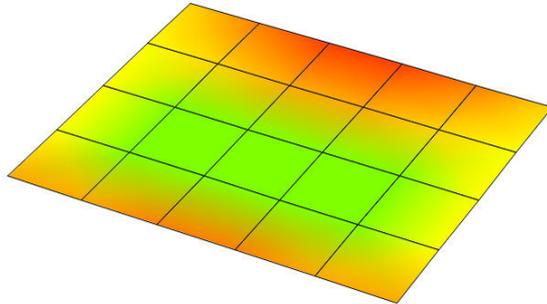
M11 min



M22 max



M22 min



 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 44 di 78

**TAGLIO RESISTENTE** (sezione non armata a taglio)

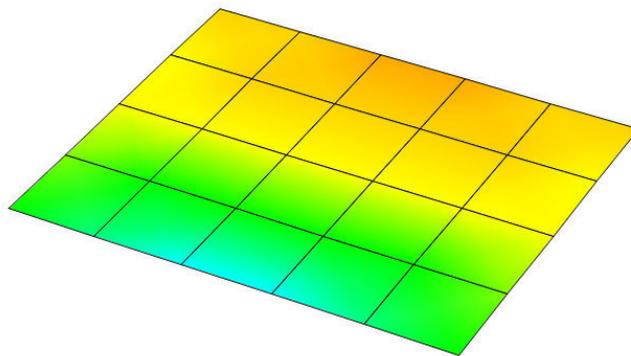
$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} b d$$

Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12
Coefficiente k	k	1.89
		1.89
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	$\rho_1$	0.0022619
		0.0022619

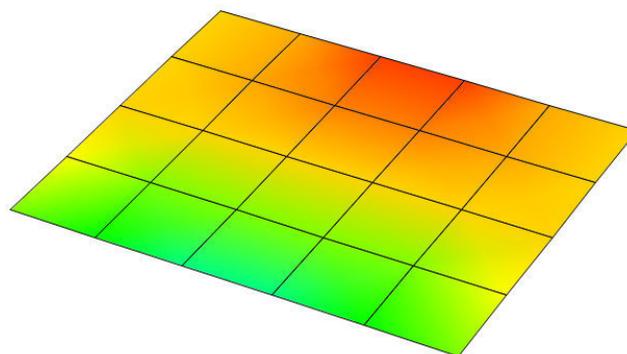
$$V_{Rd,c} = 120.7 \text{ kN} > V_{sd}$$

Diagramma sollecitazioni di taglio - INV SLU/SLV [kN/m]

V max



V min



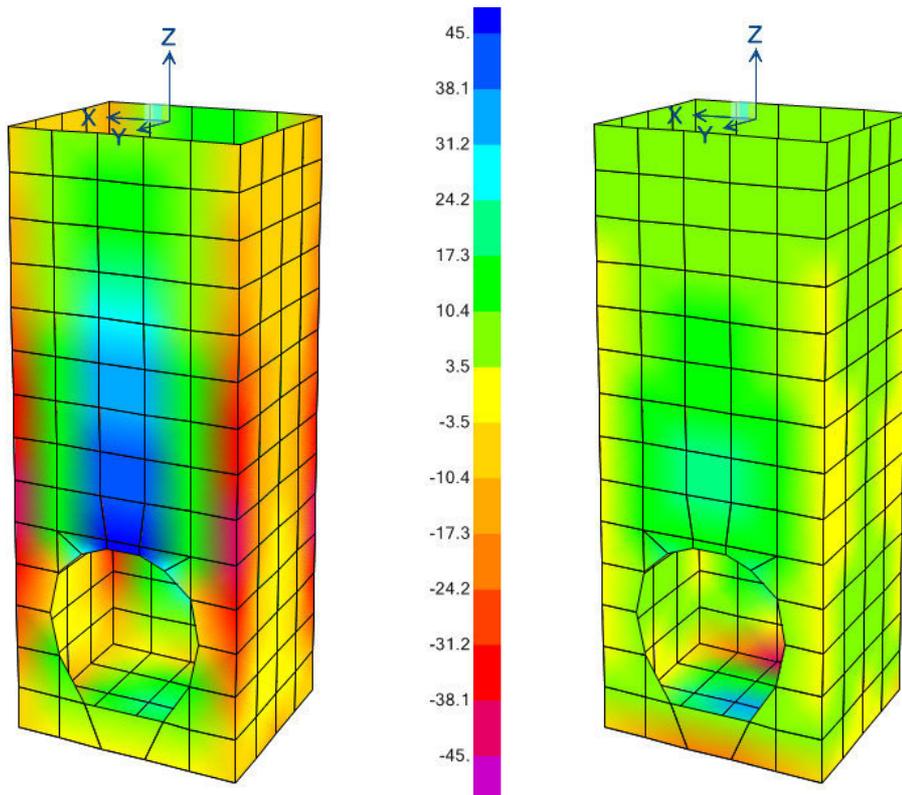
 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018	
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>		Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>		Pag. 45 di 78

### 6.7.3. Verifiche SLE

Diagramma momenti - INV SLE combinazioni caratteristiche [kNm/m]

M11

M22



Le sollecitazioni massime per la combinazione rara si hanno nelle sezioni armate con  $\phi$  14/20 su entrambi i bordi.

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 46 di 78

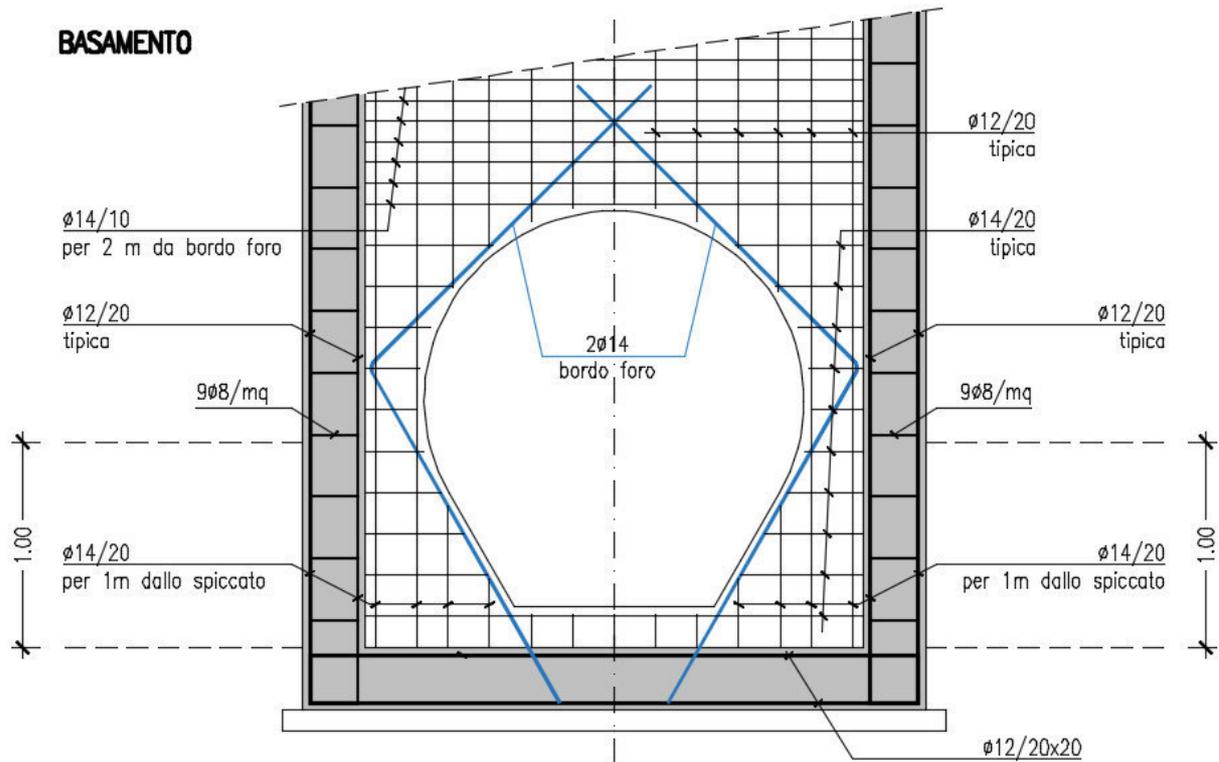
<b>Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente</b>		
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	45.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	$n$	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$j$	300 [-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$b$	1000 [-]
Copriferro	$d'$	50 [-]
Altezza utile della sezione	$d'$	250 [-]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	770 [mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A'_s$	770 [mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	$x$	63.28 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	$J$	489022755.3 [mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	12.6 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360 [MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	$\sigma_c$	<b>5.82 [MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	$\sigma_s$	<b>257.73 [MPa]</b>
<b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>		
	$M_{Ed,q.p.}$	45 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	$x$	63.28 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	257.73 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	2.8 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	$k_t$	0.4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	78.9057133 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	78905.7133 [mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.00975 [-]
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	6.19 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	0.000687 [-] 0.000773 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	14.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0.5 [-]
	$k_3$	3.4 [-]
	$k_4$	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	379.99 [mm] 379.99 [mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	$w_k$	<b>0.2938 [mm]</b>

Lo stato tensionale nei materiali e l'ampiezza massima delle lesioni per la comb. rara soddisfano anche le limitazioni imposte per la combinazione quasi permanente.

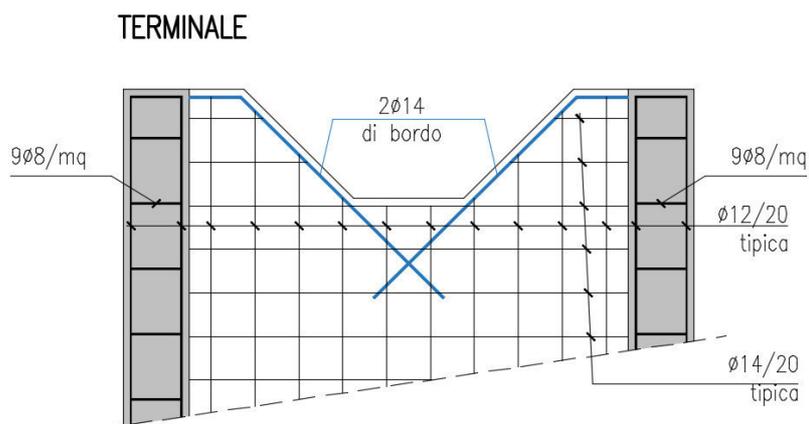
P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 47 di 78

#### 6.7.4. RIEPILOGO ARMATURE



Prevedere armatura di sostegno per le barre superiori nella zattera di base.



P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 48 di 78

### 6.7.5. Verifica della capacità portante

La capacità portante è stata calcolata attraverso l'espressione proposta da Brinch-Hansen, che nel caso generale risulta:

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

dove:

- $\gamma$  = peso specifico del terreno di fondazione;
- $B$  = larghezza efficace della fondazione (depurata dell'eventuale eccentricità del carico  $B = B_f - 2e$ );
- $L$  = lunghezza efficace della fondazione (depurata dell'eventuale eccentricità del carico  $L = L_f - 2e$ );
- $D$  = profondità della fondazione;
- $c$  = coesione del terreno di fondazione;
- $\phi$  = angolo di attrito dello strato di fondazione;
- $c_a$  = aderenza alla base della fondazione;
- $q$  = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;
- $\eta$  = inclinazione del piano di posa della fondazione sull'orizzontale ( $\eta = 0$  se orizzontale);
- $b$  = inclinazione della struttura;
- $H$  = componente orizzontale del carico trasmesso al piano di posa della fondazione;
- $V$  = componente verticale del carico trasmesso al piano di posa della fondazione.

I coefficienti  $N_c, N_q, N_\gamma$  sono i coefficienti di capacità portante

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg} \phi ;$$

$$N_q = \text{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg} \phi)} ;$$

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \text{tg} \phi .$$

I coefficienti  $s_y, s_c, s_q$  sono i fattori di forma della fondazione

$$s_c = 1 + \frac{B}{L} \cdot \frac{N_q}{N_c} ;$$

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 49 di 78

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \operatorname{tg}\phi;$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L}.$$

I coefficienti  $d_y$ ,  $d_c$ ,  $d_q$  sono i fattori di profondità del piano di posa della fondazione

$$d_c = 1 + 0.4 \cdot k;$$

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

$$d_\gamma = 1.$$

I coefficienti  $i_y$ ,  $i_c$ ,  $i_q$  sono i fattori di inclinazione del carico

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1};$$

$$i_q = \left( 1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \operatorname{ctg}\phi} \right)^5;$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \operatorname{ctg}\phi} \right)^5.$$

I coefficienti  $g_y$ ,  $g_c$ ,  $g_q$  sono i fattori di inclinazione del piano campagna;

$$g_c = 1 - \frac{\beta^0}{147^0} = 1; \quad g_q = (1 - 0.5 \cdot \operatorname{tg}\beta)^5 = 1; \quad g_\gamma = g_q$$

I coefficienti  $b_y$ ,  $b_c$ ,  $b_q$  sono i fattori di inclinazione della base della fondazione;

$$b_c = 1 - \frac{\eta^0}{147^0}; \quad b_q = e^{(-2 \cdot \eta \cdot \operatorname{tg}\phi)}; \quad b_\gamma = e^{(-2.7 \cdot \eta \cdot \operatorname{tg}\phi)}$$

dove:

$$k = \frac{D}{B_f} \quad (\text{se } \frac{D}{B_f} \leq 1); \quad k = \operatorname{arctg}\left(\frac{D}{B_f}\right) \quad (\text{se } \frac{D}{B_f} > 1)$$

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	PROVINCIA DI L'AQUILA - <b>STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 50 di 78

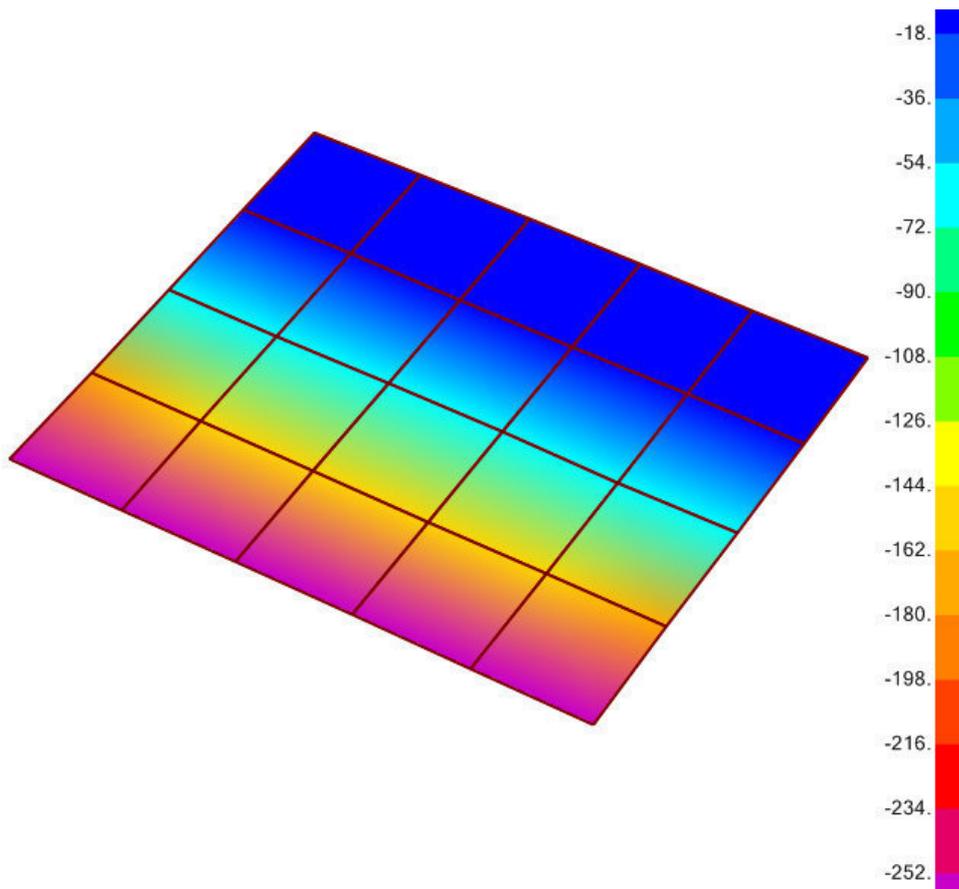
Si riportano nella tabella seguente le caratteristiche geometriche e geotecniche della fondazione.

B = 2.60 m		$\phi = 30^\circ$
L = 3.00 m		c = 0 kPa
D = 6.00 m		$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

Per la fondazione in esame risulta una pressione limite:

CARICO LIMITE  $q_{lim} = 1453 \text{ kPa}$

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI SUL TERRENO – CDC 4 SLV [kPa]

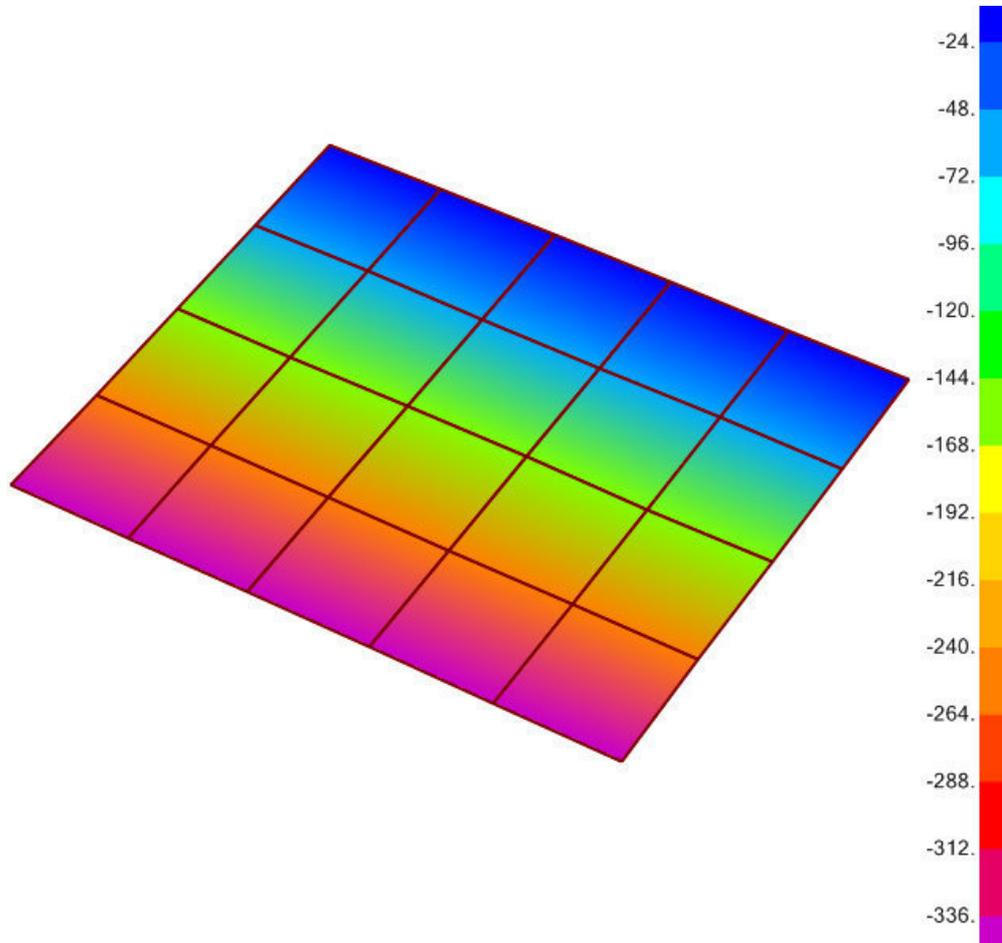


Superficie di contatto parzializzata

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	PROVINCIA DI L'AQUILA - <b>STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 51 di 78

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI SUL TERRENO – CDC 5 SLV [kPa]



Superficie di contatto parzializzata

MAX PRESSIONE SUL TERRENO

$$\sigma_{\max} = 335 \text{ kPa} \quad q_{\text{lim}} / \sigma_{\max} = 4.32 > \gamma_R = 2.3$$

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--



Anas SpA

Compartimento della Viabilità per L'Aquila

ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A

PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"  
Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale  
LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE  
Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale

Maggio 2018

Rev. 0

Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare

Pag. 52 di 78

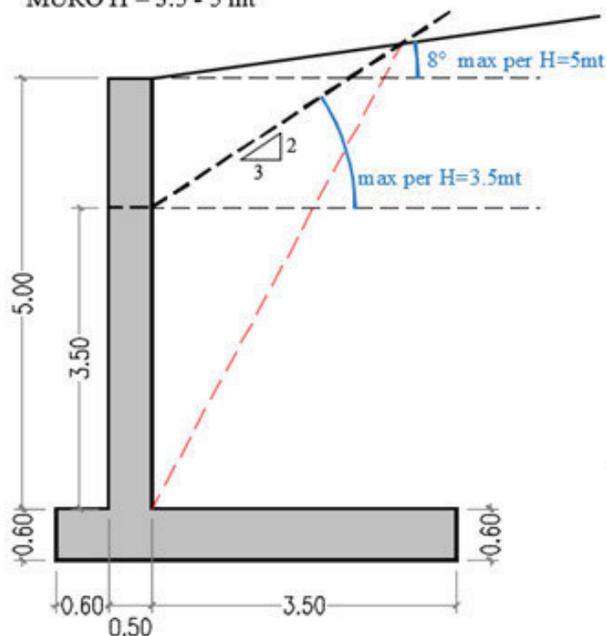
## 7. Opere d'imbocco – Muri d'ala

### 7.1. PREMESSA

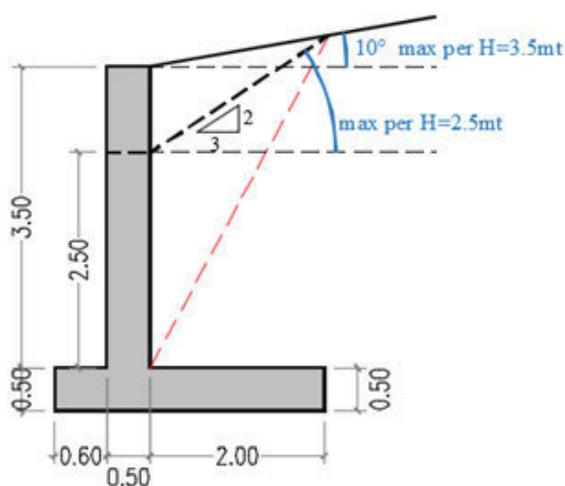
Si riportano in questo capitolo le verifiche relative ai muri adiacenti ai tombini idraulici trattati nel presente documento. Le geometrie dei muri citati sono riassunte nella seguente tabella che comprende tutte le casistiche: (misure in m)

Hm	Altezza muro	5.00	3.50
Bv	Lungh. zattera a valle	0.60	0.60
Bs	Spessore muro allo spiccato	0.50	0.50
Bm	Lungh. zattera a monte	3.50	2.00
B	Lungh. zattera totale	4.60	3.10
Hp	Altezza zattera	0.60	0.50

MURO H = 3.5 - 5 mt



MURO H ≤ 3.5



 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 53 di 78

## 7.2. CRITERI DI CALCOLO

Le verifiche geotecniche sono state condotte in ottemperanza al DM 14/01/2008, secondo gli approcci 1 o 2

- **Approccio 1:**
  - Combinazione 1: **(A1+M1+R1)**
  - Combinazione 2: **(A2+M2+R2)**
- **Approccio 2:**
  - Combinazione 1: **(A1+M1+R3)**

I coefficienti parziali per le azioni e per le resistenze da utilizzare nelle combinazioni di carico sono quelli riportati nelle tabelle:.

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

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

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

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

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

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

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 54 di 78

### 7.2.1. Spinte delle terre e carichi accidentali

I muri si considerano soggetti ad uno stato di spinta attiva ed il coefficiente di spinta viene calcolato facendo riferimento alla teoria di Coulomb ed adottando la soluzione di Muller-Breslaw.

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

dove:  $\phi$  = angolo di attrito del terreno

$\beta$  = inclinazione del paramento interno rispetto alla verticale

$\delta$  = angolo di attrito terreno-muro (assunto pari a  $\phi/3$ )

$i$  = inclinazione terrapieno rispetto all'orizzontale.

Anche nei casi in cui l'inclinazione del terrapieno di monte presentasse estensione limitata è stata considerato, a favore di sicurezza, un terrapieno inclinato infinitamente esteso.

Ai fini della verifica allo scorrimento si considera una quota della spinta passiva mobilitata a valle del muro (max 50%); il coefficiente di spinta passiva viene calcolato cautelativamente mediante la teoria di Rankine

$$K_P = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

A tergo del muro è stato considerato un carico accidentale di intensità pari a 20 kN/m<sup>2</sup>.

Tale carico non è stato considerato come carico stabilizzante sulla suola di fondazione in quanto si assume che questo possa agire fino al filo del plinto.

### 7.2.2. Azione sismica

L'azione sismica produce due azioni sul muro: una forza dovuta all'inerzia del muro ed un incremento di spinta del terreno a tergo del muro.

- $k_h = (a_{max}/g) * \beta_m$       coefficiente sismico orizzontale
- $k_v = 0.5 * k_h$               coefficiente sismico verticale

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 55 di 78

dove:  $a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima del sito =  $S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$   
 $a_g$  = accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido  
 $S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica  
 $S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica  
 $\beta_m$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima = 0.31

*Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.*

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

Detto W il peso del muro la forza d'inerzia orizzontale viene calcolata come  $W \cdot k_h$  ed analogamente quella verticale viene calcolata come  $W \cdot k_v$ .

L'incremento di spinta in condizione sismiche si valuta utilizzando il coefficiente di spinta K può determinato con la formula di Mononobe Okabe:

$$K = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \text{sen}^2\psi \text{sen}(\psi - \theta - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta)\text{sen}(\phi - \alpha - \theta)}{\text{sen}(\psi - \theta - \delta)\text{sen}(\psi + \alpha)}} \right]^2}$$

dove:

$\phi$  = angolo di resistenza del terreno per coefficienti M2

$\delta$  = angolo di attrito terreno-muro

$\alpha$  = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno

$\psi$  = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete del muro rivolta a monte

$$\theta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Si assume che i muri siano liberi di traslare o di ruotare intorno al piede per cui l'incremento di spinta viene applicato nello stesso punto della spinta statica.

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 56 di 78

### 7.2.3. Verifica a ribaltamento

Per la verifica al ribaltamento, deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$M_{\text{stab}} \geq M_{\text{rib}}$$

dove  $M_{\text{stab}}$  e  $M_{\text{rib}}$  sono rispettivamente la somma dei momenti stabilizzanti e quelli ribaltanti valutati rispetto allo spigolo di valle del plinto di fondazione.

### 7.2.4. Verifica a scorrimento

Per la verifica allo scorrimento, deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$R_d = \frac{N \cdot \text{tg}(\delta_s)}{\gamma_R} \geq H$$

dove:

- N = carico verticale totale a quota intradosso fondazione
- H = carico orizzontale totale a quota intradosso fondazione
- $\delta$  = angolo di attrito tra fondazione e terreno

La zattera di fondazione viene gettata in opera direttamente sul fondo scavo, previo allettamento con cls magro, si assume nelle verifiche  $\delta = 2/3 \phi$ .

### 7.2.5. Verifica a carico limite

La verifica a carico limite viene eseguita secondo la formula di Brinch-Hansen.

Il carico limite della fondazione viene calcolato moltiplicando la pressione limite  $q_{\text{lim}}$  per la larghezza della zattera di fondazione  $B'$  ridotta in funzione dell'eccentricità del carico  $B' = B - 2e$ .

### 7.2.6. Verifiche di stabilità globale

Le verifiche di stabilità globale si effettuano in esercizio secondo la Combinazione 2: **(A2+M2+R2)**.

Per l'analisi si utilizza il metodo dei conci secondo cui la massa individuata, interessata dallo scivolamento, viene suddivisa in un numero conveniente di conci.

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 57 di 78

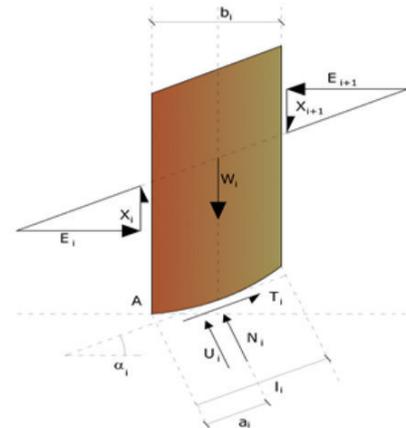
L'equilibrio tra i conci viene calcolato secondo il Metodo di Bishop (1955) valido per superfici di scorrimento di forma circolare. La ricerca della superficie più instabile avviene imponendo il passaggio della stessa per uno o più punti vincolati, legati alla geometria del muro in c.a., che viene trattato in tal modo come corpo rigido attraverso il quale non può avvenire rottura.

Le equazioni usate nell'analisi implementata sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

I valori di F e di  $\Delta X$  per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema.



Nelle condizioni sismiche le verifiche agli stati limite ultimi si effettuano ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori **M2+R2**.

Non si considerano carichi accidentali agenti a tergo del muro in concomitanza dell'azione sismica.

Dalla superficie più instabile, determinata in condizioni statiche, si individua, secondo il metodo di Sarma (1973), l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica  $K_c$ ).

Dal rapporto tra il coefficiente sismico orizzontale  $K_H$  e l'accelerazione critica  $K_c$ , così determinata, si valuta il coefficiente di sicurezza nei confronti dell'azione sismica.

### 7.2.7. Verifiche strutturali

Le verifiche delle sezioni sono state eseguite secondo il metodo agli Stati Limite.

Per gli stati limite di esercizio si effettuano le seguenti verifiche:

#### Verifica delle tensioni di esercizio

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio:

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 58 di 78

- $\sigma_c < 0,60 f_{ck}$  per combinazione caratteristica (rara)
- $\sigma_c < 0,45 f_{ck}$  per combinazione quasi permanente.

Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio:

- $\sigma_s < 0,8 f_{yk}$  per combinazione caratteristica (rara)

### Verifica a fessurazione

Si evidenziano nella tabella seguente i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione:

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
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	$\leq w_1$

$w_1 = 0,2 \text{ mm}$

$w_2 = 0,3 \text{ mm}$

$w_3 = 0,4 \text{ mm}$

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 59 di 78

## 7.3. Muro H 5 mt

### 7.3.1. Dati

GEOMETRIA E CARICHI		
$\gamma$ c.a.	kN/mc	25
$\gamma$ terreno sito	kN/mc	20
$\gamma$ terreno rilevato	kN/mc	20
H terreno a monte	m	5.00
H terreno a valle	m	0.50
sovraccarico acc q	kN/m <sup>2</sup>	20
angolo paramento valle	$\alpha$	90.00
angolo paramento monte	$\alpha'$	90.00
angolo terrapieno	i	8
angolo attrito terra-muro	$\delta$	0
angolo attrito muro-fondazione	$\delta'$	20.00
angolo attrito terreno sito	$\varphi$	30.00
coesione terreno sito c		0
angolo attrito terreno rilevato	$\varphi$ ril	34.00
coesione terreno rilevato c		0
B1 ciabatta valle	m	0.60
S2'	m	0.00
S1 Sp. sup. paramento	m	0.50
S2''	m	0.00
B3 ciabatta monte	m	3.50
H ciabatta	m	0.60
<b>Btot</b>	m	<b>4.60</b>
H <sup>*</sup> terreno_monte	m	0.49
W terreno monte	kN	350.00
W' terreno monte	kN	0.00
W'' terreno monte	kN	17.22
W terreno valle	kN	6.00
Ptot peso ciabatta	kN	69.00
P1	kN	0.00
P2	kN	62.50
P3	kN	0.00
P4	kN	9.00
P5	kN	7.50
P6	kN	52.50

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 60 di 78

PARAMETRI SISMICI - DM 14.01.2008			
Vita di riferimento della struttura	$V_R$ anni		50
Classe d'uso della struttura	Classe uso	III	1.5
Vita nominale della struttura	$V_N$ anni		75
Categoria del sottosuolo		Cat. B	
Accelerazione orizzontale max attesa in sito	$a_g$ g		0.2928
Coeff. amplificazione stratigrafica	$S_S$		1.12
Coeff. amplificazione topografica	$S_T$		1.20
Coeff. riduzione acceleraz max attesa in sito	$\beta_m$		0.31
Accelerazione massima	$a_{max}$		0.394
Coeff. Sismico orizzontale	$K_H$		0.122
Coeff. Sismico verticale	Verso l'alto +kv	$K_V$	-0.061
	$\theta$		7.402
Coeff. Combinazione carico sismico	$\psi_2$		0

### 7.3.2. Ribaltamento

Condizione d'esercizio

Verifica Ribaltamento			<u>EQU+M2</u>
angolo attrito equivalente (rilevato)	$\varphi_{eq}$		28.35
Coeff. spinta attiva $K_a$ ( $\varphi_{eq}$ )			0.354
Coeff. spinta attiva orizz $K_{ao}$ ( $\varphi_{eq}$ )			0.311
Coeff. spinta attiva vert $K_{av}$ ( $\varphi_{eq}$ )			0.168
$S_{1O,k}$ Spinta statica orizz. Terreno	kN		115.5
$S_{2O,q,k}$ Spinta statica orizz. Sovraccarico	kN		37.9
$S_{1V,k}$ Spinta statica vert. Terreno	kN		62.3
$S_{2V,q,k}$ Spinta statica vert. Sovraccarico	kN		20.5
$S_{1O,kE}$ Spinta sismica orizz.	kN		0.0
$S_{1V,kE}$ Spinta sismica vert.	kN		0.0
$M_{rib,statico}$	kNm		431
$M_{rib,sismico} (K_h)$	kNm		0
$M_{rib,sismico} (\pm K_v)$	kNm		0
$M_{rib,tot}$	kNm		431
$M_{stab}$	kNm		1142
$\gamma$			2.65

Condizione sismica ( $K_v$  verso l'alto)

Verifica Ribaltamento			<u>SISMA+M2</u>
angolo attrito equivalente (rilevato)	$\varphi_{eq}$		28.35
Coeff. spinta attiva $K_a$ ( $\varphi_{eq}$ )			0.493
Coeff. spinta attiva orizz $K_{ao}$ ( $\varphi_{eq}$ )			0.434
Coeff. spinta attiva vert $K_{av}$ ( $\varphi_{eq}$ )			0.234
$S_{1O,k}$ Spinta statica orizz. Terreno	kN		161.0
$S_{2O,q,k}$ Spinta statica orizz. Sovraccarico	kN		52.9
$S_{1V,k}$ Spinta statica vert. Terreno	kN		86.9
$S_{2V,q,k}$ Spinta statica vert. Sovraccarico	kN		28.5
$S_{1O,kE}$ Spinta sismica orizz.	kN		61.6
$S_{1V,kE}$ Spinta sismica vert.	kN		-30.8
$M_{rib,statico}$	kNm		327
$M_{rib,sismico} (K_h)$	kNm		169
$M_{rib,sismico} (\pm K_v)$	kNm		77
$M_{rib,tot}$	kNm		574
$M_{stab}$	kNm		1268
$\gamma$			2.21

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018	
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>		Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>		Pag. 61 di 78

### 7.3.3. Scorrimento

Condizione d'esercizio

<b>Verifica Scorrimento</b>		<u>A2+M2+R2</u>
angolo attrito equivalente (rilevato)	$\varphi_{eq}$	28.35
Coeff. spinta attiva $K_a$ ( $\varphi_{eq}$ )		0.354
Coeff. spinta attiva orizz $K_{ao}$ ( $\varphi_{eq}$ )		0.311
Coeff. spinta attiva vert $K_{av}$ ( $\varphi_{eq}$ )		0.168
Coeff. spinta passiva $K_p$	rid. 50%	2.809
$S_{1\ O, k}$ Spinta statica orizz. Terreno	kN	115.5
$S_{2\ O, q, k}$ Spinta statica orizz. Sovraccarico	kN	37.9
$S_{1\ O, E, k}$ Spinta sismica orizz.	kN	0.0
$S_{1\ V, k}$ Spinta statica vert. Terreno	kN	62.3
$S_{2\ V, q, k}$ Spinta statica vert. Sovraccarico	kN	20.5
$S_{1\ V, E, k}$ Spinta sismica vert.	kN	0.0
<b><math>H_{sd, tot}</math></b>	<b>kN</b>	<b>164.8</b>
<b><math>\mu</math></b>		<b>0.364</b>
<b><math>H_{Rd}</math></b>	<b>kN</b>	<b>230.8</b>
<b><math>\gamma</math></b>		<b>1.40</b>

Condizione sismica (Kv verso l'alto)

<b>Verifica Scorrimento</b>		<u>SISMA+M2</u>
angolo attrito equivalente (rilevato)	$\varphi_{eq}$	28.35
Coeff. spinta attiva $K_a$ ( $\varphi_{eq}$ )		0.493
Coeff. spinta attiva orizz $K_{ao}$ ( $\varphi_{eq}$ )		0.434
Coeff. spinta attiva vert $K_{av}$ ( $\varphi_{eq}$ )		0.234
Coeff. spinta passiva $K_p$	rid. 50%	2.809
$S_{1\ O, k}$ Spinta statica orizz. Terreno	kN	161.0
$S_{2\ O, q, k}$ Spinta statica orizz. Sovraccarico	kN	52.9
$S_{1\ O, E, k}$ Spinta sismica orizz.	kN	61.6
$S_{1\ V, k}$ Spinta statica vert. Terreno	kN	86.9
$S_{2\ V, q, k}$ Spinta statica vert. Sovraccarico	kN	28.5
$S_{1\ V, E, k}$ Spinta sismica vert.	kN	-30.8
<b><math>H_{sd, tot}</math></b>	<b>kN</b>	<b>222.6</b>
<b><math>\mu</math></b>		<b>0.364</b>
<b><math>H_{Rd}</math></b>	<b>kN</b>	<b>231.5</b>
<b><math>\gamma</math></b>		<b>1.04</b>

### 7.3.4. Carico limite

Condizione d'esercizio

<b>Verifica Pressione limite</b>		<u>A2+M2+R2</u>
Angolo attrito equivalente (sito)	$\varphi_{eq}$	24.79
Azione assiale statica	kN	593.64
Azione assiale sismica	kN	0.00
$M_{ribaltante, statico}$	kNm	384.67
$M_{ribaltante, sismico (Kh)}$	kNm	0.00
$M_{rib, sismico (Kv)}$	kNm	0.00
$M_{stabilizzante}$	kNm	252.73
Azione verticale tot	kN	593.64
Momento reagente fondazione	kNm	131.94
Baricentro fondazione $X_g$	m	2.30
B/6 (metà dimensione nocciolo d'inerzia)	cm	76.7
eccentricità - (interna al terzo medio)	cm	22.2
<b>Fondazioni nastriformi</b>		
	<u>Hansen</u>	
	$N_q$	10.43
	$N_c$	20.42
10.56	$N_\gamma$	6.53
<b>coeff. Correttivi</b>		
	<u>Hansen</u>	
	$i_q$	0.742
	$i_\gamma$	0.523
	$d_q$	1.082
	$d_\gamma$	1.000
Pressione design terreno	$q_{im}$ kPa	<b>326.2</b>

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 62 di 78

Pressione max sul terreno	$\sigma_{t,max}$	kPa	<b>166.5</b>	Coefficiente di sicurezza $\gamma$	<b>1.96</b>
Pressione min ciabatta di valle	$\sigma_{t,1}$	kPa	156.7		
Pressione max ciabatta di monte	$\sigma_{t,3}$	kPa	148.6		
Pressione minima sul terreno	$\sigma_{t,min}$	kPa	91.6	-	-
Larghezza ridotta della fondazione	$B_{eff}$	m	4.16		
Pressione media sul terreno	$\sigma_{t,max}$	kPa	<b>142.9</b>	Coefficiente di sicurezza $\gamma$	<b>2.28</b>

Condizione sismica (Kv verso l'alto)

<b>Verifica Pressione limite</b>		<u>SISMA+M2</u>	
Angolo attrito equivalente (sito)	$\varphi_{eq}$		24.79
Azione assiale statica	kN		591.59
Azione assiale sismica	kN		-30.79
$M_{ribaltante,statico}$	kNm		326.90
$M_{ribaltante,sismico}(Kh)$	kNm		170.63
$M_{rib,sismico}(Kv)$	kNm		-6.67
$M_{stabilizzante}$	kNm		309.19
Azione verticale tot	kN		560.80
Momento reagente fondazione	kNm		181.67
Baricentro fondazione $X_g$	m		2.30
B/6 (metà dimensione nocciolo d'inerzia)	cm		76.7
eccentricità - (interna al terzo medio)	cm		32.4
<b>Fondazioni nastriformi</b>		<u>Hansen</u>	
		Nq	10.43
		Nc	20.42
10.56		$N_\gamma$	6.53
<b>coeff. Correttivi</b>		<u>Hansen</u>	
		$i_q$	0.643
		$i_\gamma$	0.377
		$d_q$	1.087
		$d_\gamma$	1.000
Pressione design terreno	$q_{lim}$	kPa	<b>257.5</b>

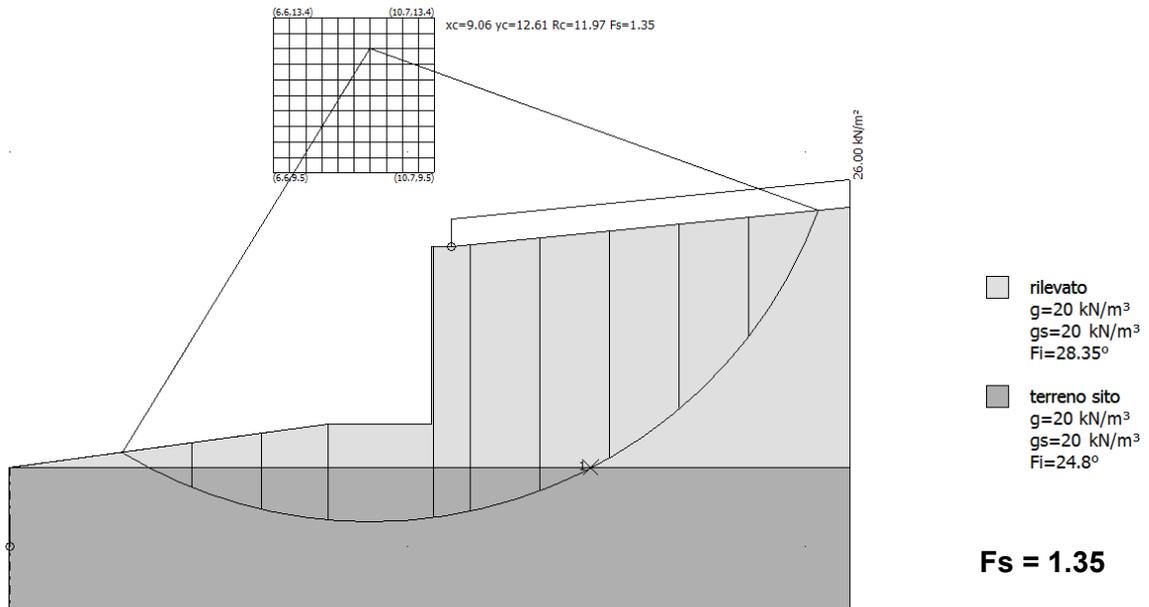
Pressione max sul terreno	$\sigma_{t,max}$	kPa	<b>173.4</b>	Coefficiente di sicurezza $\gamma$	<b>1.48</b>
Pressione min ciabatta di valle	$\sigma_{t,1}$	kPa	160.0		
Pressione max ciabatta di monte	$\sigma_{t,3}$	kPa	148.8		
Pressione minima sul terreno	$\sigma_{t,min}$	kPa	70.4	-	-
Larghezza ridotta della fondazione	$B_{eff}$	m	3.95		
Pressione media sul terreno	$\sigma_{t,max}$	kPa	<b>141.9</b>	Coefficiente di sicurezza $\gamma$	<b>1.81</b>

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

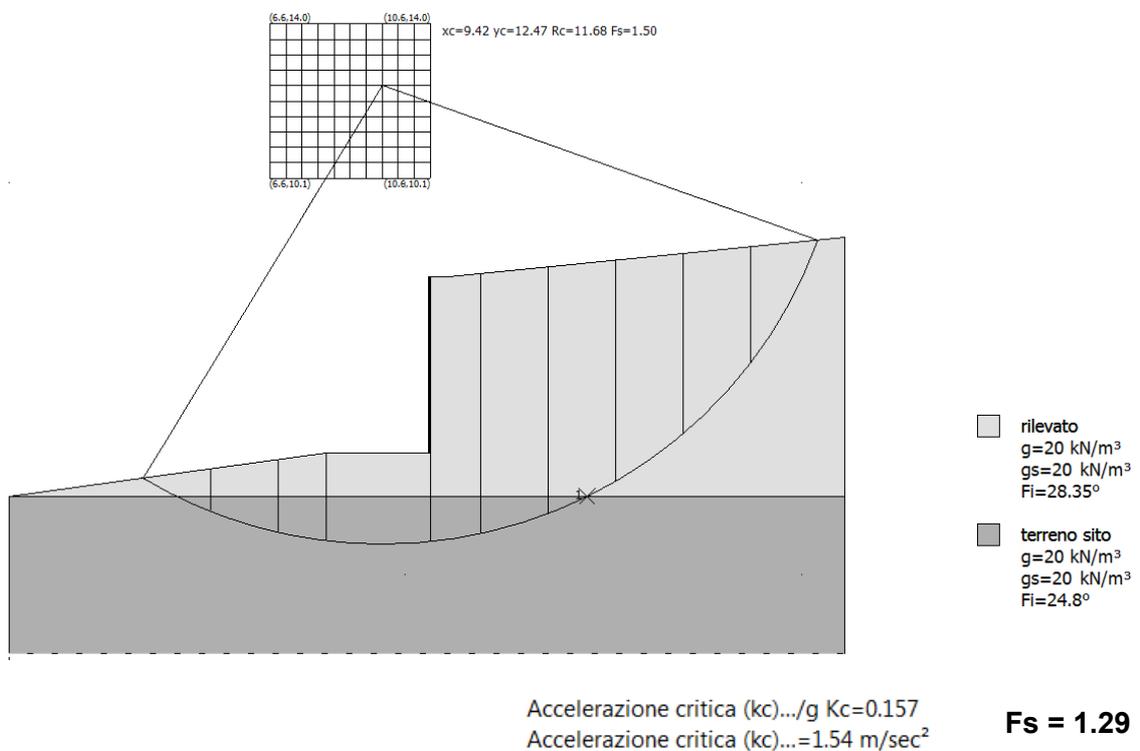
 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 63 di 78

### 7.3.5. Stabilità globale

Condizione d'esercizio (A2+M2+R2)



Condizione sismica



P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 64 di 78

### 7.3.6. Verifiche strutturali

#### SOLLECITAZIONI (SLU/SLV)

##### Condizione d'esercizio (A1+M1)

<i>Paramento verticale</i>		<i>a metro lineare</i>
angolo attrito equivalente (rilevato)	$\varphi_{e,4}$	34.00
angolo attrito terra-muro	d	0.00
Coeff. spinta attiva	$K_a$	0.306
Coeff. spinta attiva orizz	$K_{a0}$	0.306
Coeff. spinta attiva vert	$K_{av}$	0.000
$S_{10}$ Spinta orizz. Terreno	kN	99.6
$S_{2\ 0,4}$ Spinta orizz. Sovraccarico	kN	46.0
$S_{10}$ Spinta sismica orizz.	kN	0.0
<b>Momento flettente sollecitante</b>	kNm	<b>280.9</b>
<b>Taglio sollecitante</b>	kN	<b>145.6</b>
<b>Azione assiale sollecitante</b>	kN	<b>62.5</b>
<i>Ciabatta di valle</i>		
Azione verticale (W terreno valle)	kN	-6.00
Azione verticale (p.p. ciabatta valle)	kN	-9.00
Reazione verticale portanza terreno	kN	121.47
<b>Momento flettente sollecitante</b>	kNm	<b>32.27</b>
<b>Taglio sollecitante</b>	kN	<b>106.47</b>
<i>Ciabatta di monte</i>		
Azione verticale (W terreno monte)	kN	455.0
Azione verticale (sovraccarico acc q)	kN	105.0
Azione verticale (p.p. ciabatta monte)	kN	68.3
$S_{1\ v}$ Spinta statica vert. Terreno	kN	77.1
$S_{2\ v,4}$ Spinta statica vert. Sovraccarico	kN	29.2
$S_{1\ v,E}$ Spinta sismica vert.	kN	0.0
Reazione verticale portanza terreno	kN	-544.7
<b>Taglio sollecitante</b>	kN	<b>189.8</b>
<b>Momento flettente sollecitante</b>	kNm	<b>584</b>

##### Condizione sismica (Kv verso l'alto)

<i>Paramento verticale</i>		<i>a metro lineare</i>
angolo attrito equivalente (rilevato)	$\varphi_{e,4}$	28.35
angolo attrito terra-muro	d	0.00
Coeff. spinta attiva	$K_a$	0.502
Coeff. spinta attiva orizz	$K_{a0}$	0.502
Coeff. spinta attiva vert	$K_{av}$	0.000
$S_{10}$ Spinta orizz. Terreno	kN	125.5
$S_{2\ 0,4}$ Spinta orizz. Sovraccarico	kN	50.2
$S_{10}$ Spinta sismica orizz.	kN	52.4
<b>Momento flettente sollecitante</b>	kNm	<b>465.7</b>
<b>Taglio sollecitante</b>	kN	<b>228.1</b>
<b>Azione assiale sollecitante</b>	kN	<b>62.5</b>
<i>Ciabatta di valle</i>		
Azione verticale (W terreno valle)	kN	-6.00
Azione verticale (p.p. ciabatta valle)	kN	-9.00
Reazione verticale portanza terreno	kN	100.02
<b>Momento flettente sollecitante</b>	kNm	<b>25.91</b>
<b>Taglio sollecitante</b>	kN	<b>85.02</b>
<i>Ciabatta di monte</i>		
Azione verticale (W terreno monte)	kN	350.0
Azione verticale (sovraccarico acc q)	kN	0.0
Azione verticale (p.p. ciabatta monte)	kN	52.5
$S_{1\ v}$ Spinta statica vert. Terreno	kN	86.9
$S_{2\ v,4}$ Spinta statica vert. Sovraccarico	kN	0.0
$S_{1\ v,E}$ Spinta sismica vert.	kN	-24.6
Reazione verticale portanza terreno	kN	-383.6
<b>Taglio sollecitante</b>	kN	<b>81.2</b>
<b>Momento flettente sollecitante</b>	kNm	<b>374</b>

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	PROVINCIA DI L'AQUILA - <b>STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 65 di 78

## PARAMENTO SEZIONE DI SPICCATO

### MOMENTI RESISTENTI

Dimensioni sezione

b [cm]	h [cm]
100	50

Armatura longitudinale

N*	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	15.71	5
2	31.42	45

As1 = arm. compressa

As2 = arm. tesa

MRd max

$M_{xRd}$  **510.5** kN m

$\sigma_c$  **-15.87** N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$  **391.3** N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_c$  **3.5** ‰

$\epsilon_s$  **18.8** ‰

d **45** cm

x **7.063** x/d **0.157**

$\delta$  **0.7**

MRd min

$M_{xRd}$  **-264.6** kN m

$\sigma_c$  **-15.87** N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$  **391.3** N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_c$  **3.5** ‰

$\epsilon_s$  **28.32** ‰

d **45** cm

x **4.95** x/d **0.11**

$\delta$  **0.7**

risulta  $M_{Rd} > M_{Sd}$  (SLU/SLV)

**TAGLIO RESISTENTE** (in assenza di armature a taglio)

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} b d$$

$f_{ck} = 28$  MPa

Coefficiente  $C_{Rd,c}$

$C_{Rd,c}$  0.12

Coefficiente k

k 1.67

Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di  $l_{bd} + d$

$\rho_l$  0.0069813

0.0069813

$$V_{Rd,c} = 242.4 \text{ kN} > V_{sd}$$

si dispone armatura minima spille **9  $\Phi$  10** /mq

## ZATTERA SEZIONE DI MONTE

### MOMENTI RESISTENTI

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	PROVINCIA DI L'AQUILA - <b>STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 66 di 78

Dimensioni sezione

b [cm]	h [cm]
100	60

Armatura longitudinale

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	15.71	5
2	31.42	55

As1 = arm. compressa

As2 = arm. tesa

MRd max

$M_{xRd}$  **633.4** kN m

$\sigma_c$  **-15.87** N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$  **391.3** N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_c$  **3.5** ‰

$\epsilon_s$  **23.76** ‰

d **55** cm

x **7.062** x/d **0.1284**

$\delta$  **0.7**

MRd min

$M_{xRd}$  **-326** kN m

$\sigma_c$  **-15.87** N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$  **391.3** N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_c$  **3.5** ‰

$\epsilon_s$  **35.4** ‰

d **55** cm

x **4.949** x/d **0.08998**

$\delta$  **0.7**

risulta  $M_{Rd} > M_{Sd}$  (SLU/SLV)

**TAGLIO RESISTENTE** (in assenza di armature a taglio)

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} b d$$

$f_{ck} = 28$  MPa

Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12
Coefficiente k	k	1.60
		1.60
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	$\rho_l$	0.005712
		0.005712

$$V_{Rd,c} = 266.6 \text{ kN} > V_{Sd}$$

si dispone armatura minima spille **9  $\Phi$  10 /mq**

**SOLLECITAZIONI** (SLE caratteristica)

Si considera la sola zattera molto più sollecitata del paramento:  $M = 355$  kN m

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 67 di 78

Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente		
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	355.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	$n$	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$j$	600 [-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$b$	1000 [-]
Copriferro	$d'$	50 [-]
Altezza utile della sezione	$d'$	550 [-]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	3142 [mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A'_s$	1571 [mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	$x$	172.60 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	$J$	8780007881 [mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	12.6 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360 [MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	$\sigma_c$	<b>6.98 [MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	$\sigma_s$	<b>228.89 [MPa]</b>

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente		
<b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>	$M_{Ed,q.p.}$	<b>355 [kNm]</b>
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	$x$	172.60 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	228.89 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	2.8 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	$k_t$	0.4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	125 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	125000 [mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.02513 [-]
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	6.19 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	0.000890 [-]
		0.000890 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	20.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0.5 [-]
	$k_3$	3.4 [-]
	$k_4$	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	271.28 [mm]
		271.28 [mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	$w_k$	<b>0.2415 [mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	$w_{max}$	<b>0.3 [mm]</b>

Le verifiche per la combinazione “quasi permanente” sono soddisfatte anche con la sollecitazione derivante dalla combinazione “caratteristica”.

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	PROVINCIA DI L'AQUILA - <b>STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 68 di 78

## 7.4. Muro H 3.5 mt

### 7.4.1. Dati

<b>GEOMETRIA E CARICHI</b>		
$\gamma$ c.a.	kN/mc	<b>25</b>
$\gamma$ terreno sito	kN/mc	<b>20</b>
$\gamma$ terreno rilevato	kN/mc	<b>20</b>
H terreno a monte	m	<b>3.50</b>
H terreno a valle	m	<b>0.50</b>
sovraccarico acc q	kN/m <sup>2</sup>	<b>20</b>
angolo paramento valle	$\alpha$	90.00
angolo paramento monte	$\alpha'$	90.00
angolo terrapieno	i	<b>10</b>
angolo attrito terra-muro	$\delta$	<b>0</b>
angolo attrito muro-fondazione	$\delta'$	<b>20.00</b>
angolo attrito terreno sito	$\varphi$	<b>30.00</b>
coesione terreno sito c		<b>0</b>
angolo attrito terreno rilevato	$\varphi$ ril	<b>34.00</b>
coesione terreno rilevato c		<b>0</b>
B1 ciabatta valle	m	<b>0.60</b>
S2'	m	<b>0.00</b>
S1 Sp. sup. paramento	m	<b>0.50</b>
S2''	m	<b>0.00</b>
B3 ciabatta monte	m	<b>2.00</b>
H ciabatta	m	<b>0.50</b>
<b>Btot</b>	m	<b>3.10</b>
H' terreno valle	m	0.35
W' terreno monte	kN	140.00
W'' terreno monte	kN	0.00
W''' terreno monte	kN	7.05
W' terreno valle	kN	6.00
Ptot peso ciabatta	kN	38.75
P1	kN	0.00
P2	kN	43.75
P3	kN	0.00
P4	kN	7.50
P5	kN	6.25
P6	kN	25.00

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 69 di 78

PARAMETRI SISMICI - DM 14.01.2008			
Vita di riferimento della struttura	$V_R$ anni		50
Classe d'uso della struttura	Classe uso	III	1.5
Vita nominale della struttura	$V_N$ anni		75
Categoria del sottosuolo		Cat. B	
Accelerazione orizzontale max attesa in sito	$a_g$ g		0.2928
Coeff. amplificazione stratigrafica	$S_S$		1.12
Coeff. amplificazione topografica	$S_T$		1.20
Coeff. riduzione acceleraz max attesa in sito	$\beta_m$		0.31
Accelerazione massima	$a_{max}$		0.394
Coeff. Sismico orizzontale	$K_H$		0.122
Coeff. Sismico verticale	Verso l'alto +kv	$K_V$	-0.061
	$\theta$		7.402
Coeff. Combinazione carico sismico	$\psi_2$		0

## 7.4.2. Ribaltamento

### Condizione d'esercizio

<u>Verifica Ribaltamento</u>			<u>EQU+M2</u>
angolo attrito equivalente (rilevato)	$\varphi_{eq}$		28.35
Coeff. spinta attiva $K_a$ ( $\varphi_{eq}$ )			0.366
Coeff. spinta attiva orizz $K_{ao}$ ( $\varphi_{eq}$ )			0.322
Coeff. spinta attiva vert $K_{av}$ ( $\varphi_{eq}$ )			0.174
$S_{1O,k}$ Spinta statica orizz. Terreno	kN		61.0
$S_{2O,q,k}$ Spinta statica orizz. Sovraccarico	kN		28.0
$S_{1V,k}$ Spinta statica vert. Terreno	kN		32.9
$S_{2V,q,k}$ Spinta statica vert. Sovraccarico	kN		15.1
$S_{1O,kE}$ Spinta sismica orizz.	kN		0.0
$S_{1V,kE}$ Spinta sismica vert.	kN		0.0
$M_{rib,statico}$	kNm		189
$M_{rib,sismico} (K_h)$	kNm		0
$M_{rib,sismico} (\pm K_v)$	kNm		0
<b><math>M_{rib,tot}</math></b>	kNm		<b>189</b>
<b><math>M_{stab}</math></b>	kNm		<b>368</b>
$\gamma$			1.95

### Condizione sismica ( $K_v$ verso l'alto)

<u>Verifica Ribaltamento</u>			<u>SISMA+M2</u>
angolo attrito equivalente (rilevato)	$\varphi_{eq}$		28.35
Coeff. spinta attiva $K_a$ ( $\varphi_{eq}$ )			0.519
Coeff. spinta attiva orizz $K_{ao}$ ( $\varphi_{eq}$ )			0.456
Coeff. spinta attiva vert $K_{av}$ ( $\varphi_{eq}$ )			0.246
$S_{1O,k}$ Spinta statica orizz. Terreno	kN		86.5
$S_{2O,q,k}$ Spinta statica orizz. Sovraccarico	kN		39.7
$S_{1V,k}$ Spinta statica vert. Terreno	kN		46.7
$S_{2V,q,k}$ Spinta statica vert. Sovraccarico	kN		21.4
$S_{1O,kE}$ Spinta sismica orizz.	kN		28.7
$S_{1V,kE}$ Spinta sismica vert.	kN		-14.4
$M_{rib,statico}$	kNm		125
$M_{rib,sismico} (K_h)$	kNm		55
$M_{rib,sismico} (\pm K_v)$	kNm		25
<b><math>M_{rib,tot}</math></b>	kNm		<b>205</b>
<b><math>M_{stab}</math></b>	kNm		<b>408</b>
$\gamma$			1.99

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018	
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>		Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>		Pag. 70 di 78

### 7.4.3. Scorrimento

Condizione d'esercizio

<b>Verifica Scorrimento</b>		<i>A2+M2+R2</i>
angolo attrito equivalente (rilevato)	$\varphi_{eq}$	28.35
Coeff. spinta attiva $K_a$ ( $\varphi_{eq}$ )		0.366
Coeff. spinta attiva orizz $K_{ao}$ ( $\varphi_{eq}$ )		0.322
Coeff. spinta attiva vert $K_{av}$ ( $\varphi_{eq}$ )		0.174
Coeff. spinta passiva $K_p$	rid. 50%	2.809
$S_{1O,k}$ Spinta statica orizz. Terreno	kN	61.0
$S_{2O,q,k}$ Spinta statica orizz. Sovraccarico	kN	28.0
$S_{1O,E,k}$ Spinta sismica orizz.	kN	0.0
$S_{1V,k}$ Spinta statica vert. Terreno	kN	32.9
$S_{2V,q,k}$ Spinta statica vert. Sovraccarico	kN	15.1
$S_{1V,E,k}$ Spinta sismica vert.	kN	0.0
<b><math>H_{sd,tot}</math></b>	kN	<b>97.4</b>
$\mu$		<b>0.364</b>
<b><math>H_{Rd}</math></b>	kN	<b>117.3</b>
$\gamma$		<b>1.20</b>

Condizione sismica (Kv verso l'alto)

<b>Verifica Scorrimento</b>		<i>SISMA+M2</i>
angolo attrito equivalente (rilevato)	$\varphi_{eq}$	28.35
Coeff. spinta attiva $K_a$ ( $\varphi_{eq}$ )		0.519
Coeff. spinta attiva orizz $K_{ao}$ ( $\varphi_{eq}$ )		0.456
Coeff. spinta attiva vert $K_{av}$ ( $\varphi_{eq}$ )		0.246
Coeff. spinta passiva $K_p$	rid. 50%	2.809
$S_{1O,k}$ Spinta statica orizz. Terreno	kN	86.5
$S_{2O,q,k}$ Spinta statica orizz. Sovraccarico	kN	39.7
$S_{1O,E,k}$ Spinta sismica orizz.	kN	28.7
$S_{1V,k}$ Spinta statica vert. Terreno	kN	46.7
$S_{2V,q,k}$ Spinta statica vert. Sovraccarico	kN	21.4
$S_{1V,E,k}$ Spinta sismica vert.	kN	-14.4
<b><math>H_{sd,tot}</math></b>	kN	<b>115.2</b>
$\mu$		<b>0.364</b>
<b><math>H_{Rd}</math></b>	kN	<b>119.3</b>
$\gamma$		<b>1.04</b>

### 7.4.4. Carico limite

Condizione d'esercizio

<b>Verifica Pressione limite</b>		<i>A2+M2+R2</i>
Angolo attrito equivalente (sito)	$\varphi_{eq}$	24.79
Azione assiale statica	kN	288.12
Azione assiale sismica	kN	0.00
$M_{ribattante,statico}$	kNm	167.78
$M_{ribattante,sismico}(K_h)$	kNm	0.00
$M_{rib,sismico}(K_v)$	kNm	0.00
$M_{stabilizzante}$	kNm	96.12
Azione verticale tot	kN	288.12
Momento reagente fondazione	kNm	71.66
Baricentro fondazione $X_g$	m	1.55
B/6 (metà dimensione nocciolo d'inerzia)	cm	51.7
eccentricità - (interna al terzo medio)	cm	24.9
<b>Fondazioni nastriformi</b> <i>Hansen</i>		
	$N_q$	10.43
	$N_c$	20.42
10.56	$N_\gamma$	6.53
<b>coeff. Correttivi</b> <i>Hansen</i>		
	$i_q$	0.690
	$i_\gamma$	0.445
	$d_q$	1.120
	$d_\gamma$	1.000
Pressione design terreno	$q_{lim}$ kPa	<b>236.9</b>

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 71 di 78

Pressione max sul terreno	$\sigma_{t,max}$	kPa	137.7	Coefficiente di sicurezza $\gamma$	1.72
Pressione min ciabatta di valle	$\sigma_{t,1}$	kPa	120.4		
Pressione max ciabatta di monte	$\sigma_{t,3}$	kPa	105.9		
Pressione minima sul terreno	$\sigma_{t,min}$	kPa	48.2	-	-
Larghezza ridotta della fondazione	$B_{eff}$	m	2.60		
Pressione media sul terreno	$\sigma_{t,max}$	kPa	110.7	Coefficiente di sicurezza $\gamma$	2.14

Condizione sismica (Kv verso l'alto)

<u>Verifica Pressione limite</u>	<u>SISMA+M2</u>		
Angolo attrito equivalente (sito)	$\varphi_{eq}$	24.79	
Azione assiale statica	kN	282.20	
Azione assiale sismica	kN	-14.37	
$M_{ribaltante,statico}$	kNm	125.43	
$M_{ribaltante,sismico (Kh)}$	kNm	55.16	
$M_{rib,sismico (Kv)}$	kNm	-2.75	
$M_{stabilizzante}$	kNm	117.41	
Azione verticale tot	kN	267.84	
Momento reagente fondazione	kNm	60.43	
Baricentro fondazione $X_g$	m	1.55	
B/6 (metà dimensione nocciolo d'inerzia)	cm	51.7	
eccentricità - (interna al terzo medio)	cm	22.6	
<b>Fondazioni nastriformi</b>	<u>Hansen</u>		
	Nq	10.43	
	Nc	20.42	
10.56	$N_\gamma$	6.53	
<b>coeff. Correttivi</b>	<u>Hansen</u>		
	iq	0.616	
	$i_\gamma$	0.341	
	dq	1.118	
	$d_\gamma$	1.000	
Pressione design terreno	$q_{lim}$	kPa	202.8

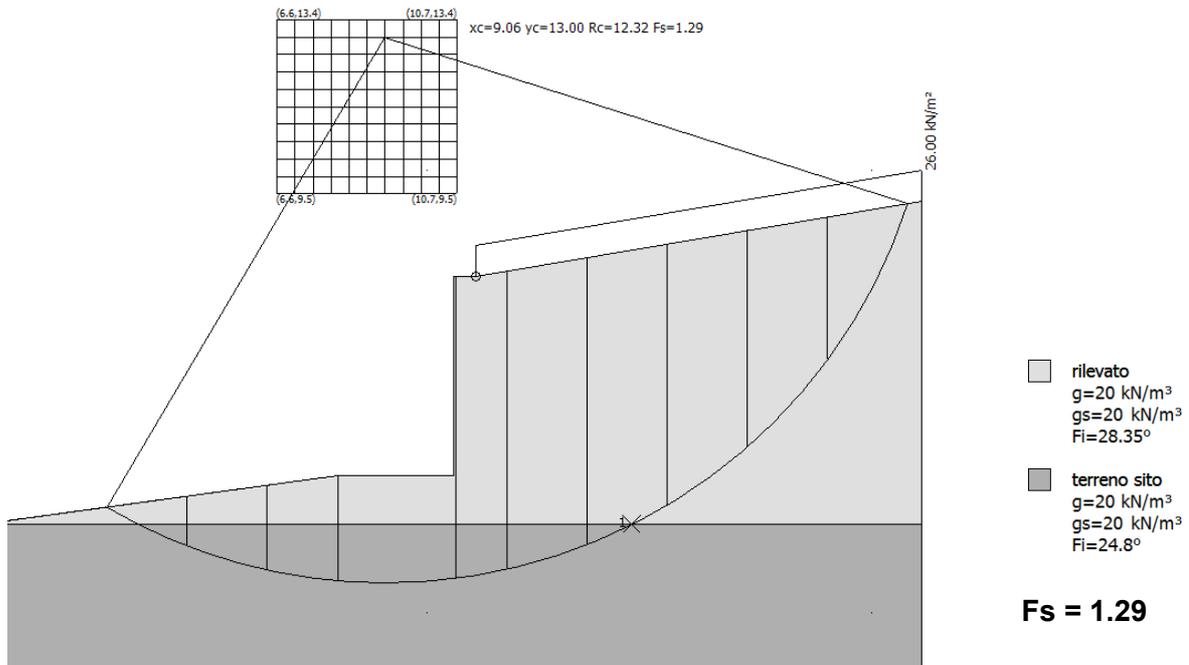
Pressione max sul terreno	$\sigma_{t,max}$	kPa	124.1	Coefficiente di sicurezza $\gamma$	1.63
Pressione min ciabatta di valle	$\sigma_{t,1}$	kPa	109.5		
Pressione max ciabatta di monte	$\sigma_{t,3}$	kPa	97.4		
Pressione minima sul terreno	$\sigma_{t,min}$	kPa	48.7	-	-
Larghezza ridotta della fondazione	$B_{eff}$	m	2.65		
Pressione media sul terreno	$\sigma_{t,max}$	kPa	101.1	Coefficiente di sicurezza $\gamma$	2.01

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

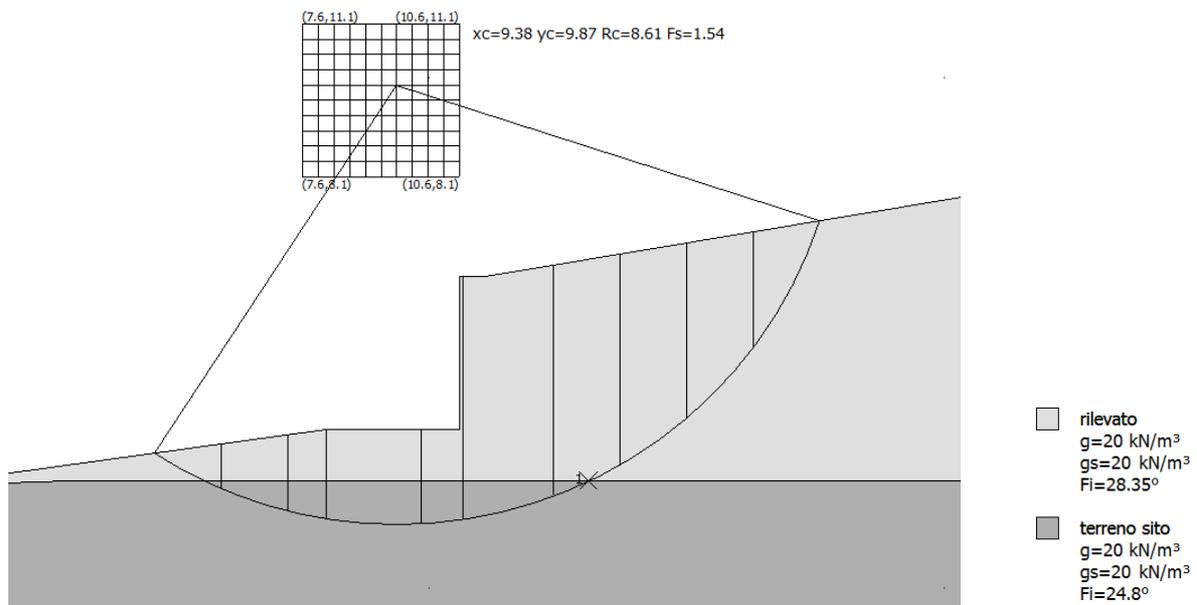
 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018	
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>		Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>		Pag. 72 di 78

### 7.4.5. Stabilità globale

Condizione d'esercizio (A2+M2+R2)



Condizione sismica



Accelerazione critica (kc).../g Kc=0.17  
 Accelerazione critica (kc)...=1.668 m/sec<sup>2</sup>

**Fs = 1.39**

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 73 di 78

## 7.4.6. Verifiche strutturali

### SOLLECITAZIONI (SLU/SLV)

#### Condizione d'esercizio (A1+M1)

<i>Paramento verticale</i>		<i>a metro lineare</i>	
angolo attrito equivalente (rilevato)	$\phi_{e,4}$	34.00	
angolo attrito terra-muro	d	0.00	
Coeff. spinta attiva	Ka	0.314	
Coeff. spinta attiva orizz.	Kao	0.314	
Coeff. spinta attiva vert.	Kav	0.000	
S <sub>1,0</sub> Spinta orizz. Terreno	kN	49.9	
S <sub>2,0,4</sub> Spinta orizz. Sovraccarico	kN	32.9	
S <sub>1,0</sub> Spinta sismica orizz.	kN	0.0	
<b>Momento flettente sollecitante</b>	<b>kNm</b>	<b>115.9</b>	
<b>Taglio sollecitante</b>	<b>kN</b>	<b>82.9</b>	
<b>Azione assiale sollecitante</b>	<b>kN</b>	<b>43.8</b>	
<i> </i>			
<i>Ciabatta di valle</i>		<i>a metro lineare</i>	
Azione verticale (W terreno valle)	kN	-6.00	
Azione verticale (p.p. ciabatta valle)	kN	-7.50	
Reazione verticale portanza terreno	kN	93.72	
<b>Momento flettente sollecitante</b>	<b>kNm</b>	<b>24.61</b>	
<b>Taglio sollecitante</b>	<b>kN</b>	<b>80.22</b>	
<i> </i>			
<i>Ciabatta di monte</i>		<i>a metro lineare</i>	
Azione verticale (W terreno monte)	kN	182.0	
Azione verticale (sovraccarico acc q)	kN	60.0	
Azione verticale (p.p. ciabatta monte)	kN	32.5	
S <sub>1,v</sub> Spinta statica vert. Terreno	kN	40.5	
S <sub>2,v,4</sub> Spinta statica vert. Sovraccarico	kN	21.5	
S <sub>1,v,t</sub> Spinta sismica vert.	kN	0.0	
Reazione verticale portanza terreno	kN	-204.6	
<b>Taglio sollecitante</b>	<b>kN</b>	<b>131.9</b>	
<b>Momento flettente sollecitante</b>	<b>kNm</b>	<b>214</b>	

#### Condizione sismica (Kv verso l'alto)

<i>Paramento verticale</i>		<i>a metro lineare</i>	
angolo attrito equivalente (rilevato)	$\phi_{e,4}$	28.35	
angolo attrito terra-muro	d	0.00	
Coeff. spinta attiva	Ka	0.522	
Coeff. spinta attiva orizz.	Kao	0.522	
Coeff. spinta attiva vert.	Kav	0.000	
S <sub>1,0</sub> Spinta orizz. Terreno	kN	63.9	
S <sub>2,0,4</sub> Spinta orizz. Sovraccarico	kN	36.5	
S <sub>1,0</sub> Spinta sismica orizz.	kN	23.3	
<b>Momento flettente sollecitante</b>	<b>kNm</b>	<b>179.2</b>	
<b>Taglio sollecitante</b>	<b>kN</b>	<b>123.7</b>	
<b>Azione assiale sollecitante</b>	<b>kN</b>	<b>43.8</b>	
<i> </i>			
<i>Ciabatta di valle</i>		<i>a metro lineare</i>	
Azione verticale (W terreno valle)	kN	-6.00	
Azione verticale (p.p. ciabatta valle)	kN	-7.50	
Reazione verticale portanza terreno	kN	70.10	
<b>Momento flettente sollecitante</b>	<b>kNm</b>	<b>17.42</b>	
<b>Taglio sollecitante</b>	<b>kN</b>	<b>56.60</b>	
<i> </i>			
<i>Ciabatta di monte</i>		<i>a metro lineare</i>	
Azione verticale (W terreno monte)	kN	140.0	
Azione verticale (sovraccarico acc q)	kN	0.0	
Azione verticale (p.p. ciabatta monte)	kN	25.0	
S <sub>1,v</sub> Spinta statica vert. Terreno	kN	46.7	
S <sub>2,v,4</sub> Spinta statica vert. Sovraccarico	kN	0.0	
S <sub>1,v,t</sub> Spinta sismica vert.	kN	-10.1	
Reazione verticale portanza terreno	kN	-146.0	
<b>Taglio sollecitante</b>	<b>kN</b>	<b>55.6</b>	
<b>Momento flettente sollecitante</b>	<b>kNm</b>	<b>118</b>	

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PIANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 74 di 78

## PARAMENTO SEZIONE DI SPICCATO

### MOMENTI RESISTENTI

Dimensioni sezione

b [cm]	h [cm]
100	50

Armatura longitudinale

N*	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	45

As1 = arm. compressa

As2 = arm. tesa

MRd max

$M_{xRd}$   kN m

$\sigma_c$   N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$   N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_c$  3.5 ‰

$\epsilon_s$  28.52 ‰

d 45 cm

x 4.918 x/d 0.1093

$\delta$  0.7

MRd min

$M_{xRd}$   kN m

$\sigma_c$   N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$   N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_c$  3.5 ‰

$\epsilon_s$  28.52 ‰

d 45 cm

x 4.918 x/d 0.1093

$\delta$  0.7

risulta  $M_{Rd} > M_{Sd}$  (SLU/SLV)

**TAGLIO RESISTENTE** (in assenza di armature a taglio)

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} b d$$

$f_{ck} = 28$  MPa

Coefficiente  $C_{Rd,c}$

$C_{Rd,c}$  0.12

Coefficiente k

k 1.67

Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di  $l_{bd} + d$

$\rho_l$  0.0034907

0.0034907

$$V_{Rd,c} = 192.4 \text{ kN} > V_{sd}$$

si dispone armatura minima spille **9  $\Phi$  10** /mq

## ZATTERA SEZIONE DI MONTE

### MOMENTI RESISTENTI

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018	
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>		Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>		Pag. 75 di 78

### Dimensioni sezione

b [cm]	h [cm]
100	50

### Armatura longitudinale

N*	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	45

As1 = arm. compressa

As2 = arm. tesa

### MRd max

$M_{xRd}$   kN m

$\sigma_c$   N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$   N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_c$  3.5 ‰

$\epsilon_s$  28.52 ‰

d 45 cm

x 4.918 x/d 0.1093

$\delta$  0.7

### MRd min

$M_{xRd}$   kN m

$\sigma_c$   N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$   N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_c$  3.5 ‰

$\epsilon_s$  28.52 ‰

d 45 cm

x 4.918 x/d 0.1093

$\delta$  0.7

risulta  $M_{Rd} > M_{Sd}$  (SLU/SLV)

### TAGLIO RESISTENTE (in assenza di armature a taglio)

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} b d$$

$f_{ck} = 28$  MPa

Coefficiente  $C_{Rd,c}$

$C_{Rd,c}$  0.12

Coefficiente k

k 1.67  
1.67

Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di  $l_{bd} + d$

$\rho_l$  0.0034907  
0.0034907

$$V_{Rd,c} = 192.4 \text{ kN} > V_{sd}$$

### SOLLECITAZIONI (SLE caratteristica)

Si considera la sola zattera molto più sollecitata del paramento:  $M = 130$  kN m

Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	<input type="text" value="130.0"/> [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	<input type="text" value="15.0"/> [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	500 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [mm]
Copriferro	d'	50 [mm]
Altezza utile della sezione	d	450 [mm]
Area dell'armatura tesa	As	1571 [mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	A's	1571 [mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	x	113.45 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	3250357978 [mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	16.8 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360 [MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	$\sigma_c$	<input type="text" value="4.54"/> [MPa]
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	$\sigma_s$	<input type="text" value="201.91"/> [MPa]

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--

 <b>Anas SpA</b> <small>Compartimento della Viabilità per L'Aquila</small>	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 76 di 78

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente		
<b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>	<b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b>	<b>130 [kNm]</b>
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	113.45 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	201.91 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	2.8 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	$k_t$	0.4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	125 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	125000 [mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01257 [-]
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	6.19 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000535 [-] 0.000606 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	20.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0.5 [-]
	$k_3$	3.4 [-]
	$k_4$	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	406.56 [mm] 406.56 [mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b><math>w_k</math></b>	<b>0.2463 [mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b><math>w_{max}</math></b>	<b>0.3 [mm]</b>

Le verifiche per la combinazione "quasi permanente" sono soddisfatte anche con la sollecitazione derivante dalla combinazione "caratteristica"

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--



Anas SpA

Compartimento della Viabilità per L'Aquila

ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A

PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"  
Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale  
LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE  
Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale

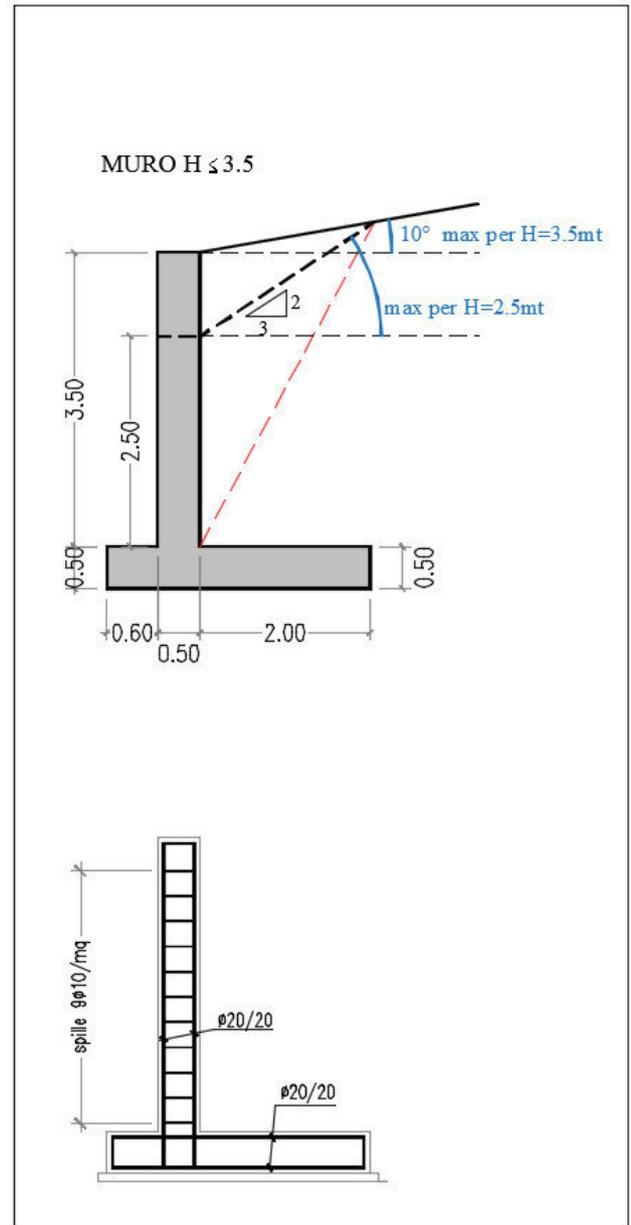
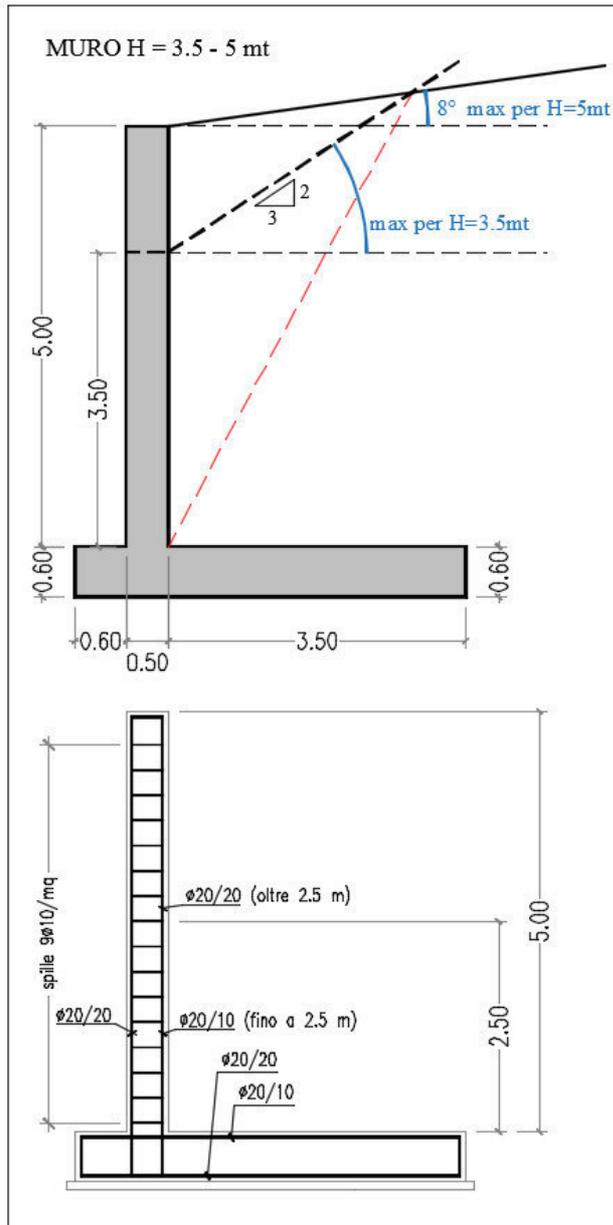
Maggio 2018

Rev. 0

Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare

Pag. 77 di 78

## 7.5. RIEPILOGO GEOMETRIA e ARMATURE MURI



	ELABORATO P00 TM00 STR RE01 A	Maggio 2018
	<b>PROVINCIA DI L'AQUILA - STRADA STATALE N. 260 "PICENTE"</b> <i>Tratto: Innesto S.S. 80 in località Cermone - Confine Regionale</i> <b>LAVORI DI ADEGUAMENTO PLANO ALTIMETRICO DELLA SEDE STRADALE</b> <b>Lotto "3" - Da San Pelino a Marana di Montereale</b>	Rev. 0
	<b>Relazione di calcolo – Tombini a sezione circolare</b>	Pag. 78 di 78

## 8. Opere d'imbocco – Canali ad “U”

Le analisi e le verifiche relative ai canali ad “U” presenti agli imbocchi di alcune opere di attraversamento idraulico, trattate nel presente documento, si riportano nell'elaborato **P00 TM00 STR RE02** “ RELAZIONE DI CALCOLO - ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI A SEZIONE SCATOLARE”.

P00 TM00 STR RE01 REV_A-00		
----------------------------	--	--