



Ambito Distrettuale Sarnese Vesuviano
Legge 02/12/2015



"PATTO PER LA CAMPANIA - SETTORE PRIORITARIO 2 AMBIENTALE"
INTERVENTO STRATEGICO
"PIANO DELLA DEPURAZIONE E SERVIZIO IDRICO INTEGRATO"

Delibera Giunta Regionale della Campania n°732 del 13/12/2016

COMUNE DI CASTELLAMMARE DI STABIA

REALIZZAZIONE RETE FOGNARIA BACINO DI VIA FONTANELLE

PROGETTO ESECUTIVO

INGEGNERIA

Il Responsabile
ing. Domenico Cesare

COLLABORATORI

geom. Vincenzo Gaito
geom. Raimondo Nugnes

INT 7261

Elaborato:

A5

Scala:

-/--

Titolo:

RELAZIONE DEI CALCOLI STATICI TUBAZIONI

Revisione

Data

Redatto

Verificato

Approvato

IL PROGETTISTA

IL R.U.P.

DATA

Apr 2018

INT 7261	Comune di Castellammare di Stabia Realizzazione rete fognaria Bacino di Via Fontanelle
----------	---

INDICE

1. PREMESSA 2

2. VERIFICA STATICA 4

2.1. LA TEORIA DI SPANGLER..... 4

 2.1.1 *Determinazione dei carichi permanenti..... 4*

 2.1.2 *Determinazione dei carichi mobili 7*

 2.1.3 *Calcolo della deformazione..... 9*

3.2. RISULTATI DELLE VERIFICHE..... 10

3. VERIFICA AL GALLEGGIAMENTO..... 17

3.1. RISULTATI OTTENUTI..... 18

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

1. PREMESSA

Nel seguito si riportano le metodologie adottate e i calcoli effettuati per la verifica statica e al galleggiamento delle tubazioni interrato previste nell'ambito del progetto esecutivo per la realizzazione della rete fognaria del bacino di Via Fontanelle, finanziato dalla Regione Campania nell'obiettivo di servizio "tutelare e migliorare la qualità dell'ambiente in relazione al servizio idrico integrato".

Attraverso la verifica statica è stata valutata l'entità della deformazione delle condotte interrate. Questo aspetto risulta essere di notevole importanza anche ai fini di un buon comportamento idraulico delle condotte. Infatti l'insorgere di lesioni sulle pareti delle condotte o un'eccessiva deformazione di quest'ultime possono compromettere le ipotesi sulle quali si basano gli stessi calcoli idraulici.

A questo si aggiunge poi il fatto che l'instabilità delle condotte può comportare la perdita di caratteristiche altrettanto importanti come l'impermeabilità delle tubazioni o la stabilità del sistema tubo-terreno (cedimenti frane smottamenti).

Il problema della stabilità del sistema tubo-terreno risulta particolarmente risentito in presenza di falda. Infatti, in queste circostanze la condotta risulta sollecitata da una spinta idrostatica rivolta verso l'alto per effetto della quale, oltre al "galleggiamento" della condotta, si potrebbero verificare anche delle deformazioni del piano viario.

Sulla base di quanto riportato, si comprende l'importanza della stabilità delle condotte fognarie anche perché quest'ultime sono addette al trasporto di reflui di origine civile ed industriale per cui risulta di notevole interesse che questi non vengano dispersi nell'ambiente circostante.

Nello specifico, nell'ambito di questa relazione, l'attenzione è stata posta su alcuni tratti fognari, denominati rispettivamente A3 e A12 per i quali le condizioni al contorno (tipologia di scavo e presenza di falda) determinano uno stato di sollecitazioni tale da potersi considerare rappresentativo anche per i restanti tratti.

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

INT 7261	Comune di Castellammare di Stabia Realizzazione rete fognaria Bacino di Via Fontanelle
----------	---

Ogni tratto fognario è stato suddiviso in tratte, in base al cambio di speco o al cambio di condizioni al contorno. Per ogni tratta è stata effettuata sia la verifica statica che, in presenza di falda, al galleggiamento con riferimento alle condizioni più gravose di minimo e massimo ricoprimento.

Nelle verifiche di seguito riportate ci si è messo nella condizione del livello di falda più gravosa, considerando la falda a piano campagna.

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

2. VERIFICA STATICA

2.1. La teoria di Spangler

La teoria di Spangler permette di effettuare la verifica statica delle condotte attraverso la determinazione dei carichi permanenti ed accidentali che agiscono su di esse. I carichi presi in considerazione sono quelli relativi al terreno di ricoprimento e alla presenza della falda (carichi permanenti) nonché l'azione di carichi dinamici dovuti alla presenza di veicoli (carichi accidentali). La trasmissione dei carichi sulla condotta dipende dal grado di costipazione del terreno esprimibile tramite l'indice di Proctor ipotizzato, nel presente progetto, pari al 90%.

Dopo un'attenta analisi dello stato di sollecitazione agente viene, infine, valutata la deformazione delle condotte al fine di verificare se questa è o meno accettabile tenendo conto del fatto che il limite massimo ammissibile per le deformazioni è fissato nell'8%.

2.1.1 Determinazione dei carichi permanenti

L'azione del carico dovuto al rinterro dipende in modo diretto dalle caratteristiche geometriche dello scavo (profondità H, larghezza B) e dal diametro D della condotta. In base ai rapporti **B/D** e **H/B** si distinguono, infatti, due condizioni di scavo, quella di "*Trincea stretta*" e quella di "*Trincea larga*", che determinano uno stato di carico differente per effetto di una maggiore o minore di attrito che si stabilisce tra il rinterro e le pareti dello scavo.

Posa in trincea stretta

Secondo norma si definisce una trincea stretta quando risulta soddisfatta almeno una delle due seguenti condizioni:

$$1^{\text{a}} \text{ condizione} \quad B \leq 2D \quad \text{con} \quad H \geq 1,5B$$

$$2^{\text{a}} \text{ condizione} \quad 2D \leq B \leq 3D \quad \text{con} \quad H \geq 3,5B$$

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

In queste circostanze il carico del terreno di rinterro non è quello effettivo ma risulta ridotto per l'effetto dell'azione dell'attrito che si esercita tra le pareti dello scavo e il rinterro. Tale azione viene sintetizzata nel coefficiente di carico del terreno C_d .

In condizioni di trincea stretta il carico del terreno di rinterro per unità di superficie viene valutato con la seguente formula:

$$P_{st} = C_d * \gamma_t * B * D$$

dove:

C_d è il coefficiente di carico valutato con la seguente espressione:

$$C_d = \frac{1 - e^{[-2k(H/B)\text{tg}\varphi']}}{2k\text{tg}\varphi'}$$

dove:

$$k = \text{tg}^2(45 - \varphi/2)$$

φ = angolo di attrito interno del terreno di rinterro

φ' = angolo di attrito tra il materiale di rinterro e le pareti dello scavo (in genere si pone $\varphi = \varphi'$ data l'alta difficoltà di individuare un valore attendibile per φ')

H e B lo spessore dello strato di rinterro e la larghezza dello scavo

γ_t è il peso specifico del terreno di rinterro pari a **1.800 kg/m³** (per il rinterro è stato utilizzato lo stesso terreno proveniente dallo scavo).

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

D è il diametro della condotta

In presenza di falda, il carico del terreno viene valutato come somma di due aliquote relative, rispettivamente, allo strato non saturo e allo strato saturo:

$$P_{st} = C_d * \gamma_t * B * D + C_d' * \gamma' * B * D$$

dove:

C_d è il coefficiente di carico relativo allo strato non saturo, valutato considerando nella sua espressione un valore di H pari allo spessore dello strato non saturo

C_d' è il coefficiente di carico relativo allo strato saturo, valutato considerando nella sua espressione un valore di H pari allo spessore dello strato saturo (di seguito H')

γ' è il peso specifico del terreno saturo alleggerito della sottospinta idraulica

Posa in trincea larga

Li dove non sono soddisfatte le condizioni di cui al punto precedente, si parla di scavo in trincea larga. In questo caso, il peso del rinterro non risulta alleggerito per l'azione dell'attrito rinterro-scavo ma è quello effettivo. Il carico sarà pertanto valutato in tal modo:

$$P_{st} = \gamma_t * H * D$$

dove:

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

γ_t è il peso specifico del terreno di rinterro

H è lo spessore del rinterro

D è il diametro della condotta

In presenza di falda, il carico del terreno viene valutato come somma di due aliquote relative allo strato non saturo e allo strato saturo:

$$P_{st} = \gamma_t * H * D + \gamma' * H' * D$$

dove:

H è lo spessore dello strato non saturo

γ_t è il peso specifico del terreno di rinterro

H' è lo spessore dello strato saturo

γ' è il peso specifico del terreno saturo alleggerito della sottospinta idraulica.

2.1.2 Determinazione dei carichi mobili

L'azione del carico dovuto alla presenza di veicoli in transito viene valutata tramite la seguente espressione:

$$P_{vc} = F_d * p_v * D$$

dove:

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

F_d è il coefficiente dinamico che tiene conto della natura dinamica dell'applicazione del carico valutato secondo la seguente espressione:

$$F_d = 1 + 0,3/H$$

valida per l'applicazione di carichi dinamici su strada ed autostrada. H rappresenta lo spessore del rinterro.

D è il diametro della condotta

p_v rappresenta la tensione indotta dal carico stradale per la cui valutazione si fa riferimento a due formule differenti a seconda dell'entità del carico stradale pesante o leggero (hard o light). Le espressioni, di seguito riportate, derivano dalla teoria di J. Boussinesq:

$$\text{Convoglio HT } \sigma_z = 0.5281 \cdot \frac{P}{H^{1,0461}}$$

$$\text{Convoglio LT } \sigma_z = 0.8743 \cdot \frac{P}{H^{1,5194}}$$

Secondo la norma DIN 1072 gli autocarri sono classificati come segue:

Classe HT	Carico per ruota P (kN)	Classe LT	Carico per ruota (kN)	
			Anteriore Pa	Posteriore Po
60	100	12	20	40
45	75	6	10	20
38	62.5	3	5	10
30	50			
26	35			

A vantaggio di sicurezza si è fatto riferimento ad un autocarro HT 60 con carico per ruota pari a 100kN.

2.1.3 Calcolo della deformazione

La formula di Spangler è la seguente:

$$\Delta x = \frac{0,125 * Q}{E * \left(\frac{s}{D}\right)^3 + 0,0915 * E_1}$$

dove:

Δx è la flessione del tubo espressa in [m].

s è lo spessore della tubazione espresso in [m].

D è il diametro della tubazione espresso in [m].

Q è il carico totale sulla condotta espresso in [kg/m²].

E è il modulo elastico della tubazione, che cautelativamente e per coerenza con l'obiettivo della presente progettazione è stato posto pari a circa **1.700 Mpa = 170.000 N/cm² = 1,7 * 10⁸ kg/m²**, per le condotte in PVC, **10 * 10⁵ kg/m²**, per le condotte in PRFV.

E_1 è il modulo elastico del terreno di riempimento (espresso in kg/m²) che si ottiene applicando la seguente formula:

$$E_1 = \frac{9 * 10^4}{\alpha} * (H + 4)$$

dove:

α dipende dall'indice di Proctor. Ipotizzato quest'ultimo pari al 90%, si ottiene un valore di $\alpha = 1,5$.

H è l'altezza di riempimento.

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

INT 7261	Comune di Castellammare di Stabia Realizzazione rete fognaria Bacino di Via Fontanelle
----------	---

Il carico **Q** è la somma delle due aliquote di cui ai punti precedenti:

$$Q = P_{st} + P_{vc}$$

essendo :

P_{st} la somma dei carichi permanenti (terreno di rinterro in assenza o presenza di falda);

P_{vc} il carico verticale sulla generatrice superiore del tubo dovuto ai sovraccarichi mobili.

3.2. Risultati delle verifiche

Di seguito si riportano gli allegati di calcolo relativi ai tratti presi in considerazione. Come già premesso, ogni tratto è stato suddiviso in tratte e per ognuna delle quali è stata condotta la verifica sia in condizioni di massimo che di minimo ricoprimento, considerando il livello di falda a p.c.. I tratti sono stati così suddivisi:

- Tratto A3 : picch. 1-19; picch.19-44 ;
- Tratto A12: picch. 14-35;

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

INT 7261	Comune di Castellammare di Stabia Realizzazione rete fognaria Bacino di Via Fontanelle
----------	---

Tratto A3 picch. Tratto 1-19 Hmax 2.44 picchetto 10		
Dati Base		
Caratteristiche della condotta		
Diametro della condotta D	0,60	m
Spessore della condotta s	0,02	m
Peso specifico	1300,00	Kg/mc
Peso a metro lineare della condotta	58,04	Kg/m
Caratteristiche dello scavo		
Larghezza dello scavo B	1,40	m
Quota terreno	5,55	m
Quota falda	5,55	m.l.m
Quota posa in opera	3,11	m.l.m
Profondità dello scavo Hsc	2,44	m
Spessore dello strato H sopra falda	0,00	m
Spessore dello strato saturo H'	2,44	m
Hsc/B	1,74	→
Hsc/D	4,07	
B/D	2,33	
Parametri geotecnici		
φ	30	°
TG φ	0,58	
γ	1800,00	Kg/mc
γ'	800,00	Kg/mc
K	0,33	
Cd	-	
Cd'	-	
Caratteristiche di resistenza		
E	170000000	Kg/mq
E1	240000	Kg/mq
CALCOLO E RISULTATI DELLE VERIFICHE		
Pst	0,00	Kg/m
P'st	1171,20	Kg/m
Pvc=pv * D*Fd	1246,29	Kg/m
Qtot	2417,49	Kg/m
Δx	0,01	
$\Delta x/D$	1,87	%
Valore limite	8	
Verifica	verificato	

Trincea Larga

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

INT 7261	Comune di Castellammare di Stabia Realizzazione rete fognaria Bacino di Via Fontanelle
----------	---

Tratto A3 picch. tratto 1-19 Hmin = 2.04 picchetto 1		
Dati Base		
Caratteristiche della condotta		
Diametro della condotta D	0,6	m
Spessore della condotta s	0,0184	m
Peso specifico	1300	Kg/mc
Peso a metro lineare della condotta	58,04	Kg/m
Caratteristiche dello scavo		
Larghezza dello scavo B	1,4	m
Quota terreno	5,9	m
Quota falda	5,9	m.l.m
Quota posa in opera	3,86	m.l.m
Profondità dello scavo Hsc	2,04	m
Spessore dello strato H	0	m
Spessore dello strato saturo H'	2,04	m
Hsc/B	1,46	
Hsc/D	3,4	
B/D	2,33	
Parametri geotecnici		
φ	30	°
TG φ	0,58	
γ	1800	Kg/mc
γ'	800	Kg/mc
K	0,33	
Cd	-	
Cd'	-	
Caratteristiche di resistenza		
E	170000000	Kg/mq
E1	240000	Kg/mq
CALCOLO E RISULTATI DELLE VERIFICHE		
Pst	0,00	Kg/m
P'st	979,20	Kg/m
Pvc=pv * D*Fd	1503,01	Kg/m
Qtot	2482,21	Kg/m
Δx	0,01	
$\Delta x/D$	1,93	%
Valore limite	8	
Verifica	verificato	

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

INT 7261	Comune di Castellammare di Stabia Realizzazione rete fognaria Bacino di Via Fontanelle
----------	---

Tratto A3 picch. tratto 19-44 Hmax = 3,48 picchetto 44		
Dati Base		
Caratteristiche della condotta		
Diametro della condotta D	0,8	m
Spessore della condotta s	0,013	m
Peso specifico	1300	Kg/mc
Peso a metro lineare della condotta	653,12	Kg/m
Caratteristiche dello scavo		
Larghezza dello scavo B	1,6	m
Quota terreno	4,4	m
Quota falda	4,4	m.l.m
Quota posa in opera	0,92	m.l.m
Profondità dello scavo Hsc	3,48	m
Spessore dello strato H	0	m
Spessore dello strato saturo H'	3,48	m
Hsc/B	2,175	→ Trincea Stretta
Hsc/D	4,35	
B/D	2	
Parametri geotecnici		
φ	30	°
TG φ	0,58	
γ	1800	Kg/mq
γ'	800	Kg/mq
K	0,33	
Cd	0,00	
Cd'	1,47	
Caratteristiche di resistenza		
E	1000000	Kg/mc
E1	240000	Kg/mc
CALCOLO E RISULTATI DELLE VERIFICHE		
Pst	0	Kg/m
P'st	1509,23	Kg/m
Pvc=pv * D*Fd	1146,20	Kg/m
Qtot	2655,43	Kg/m
Δx	0,015	
$\Delta x/D$	1,89	%
Valore limite	8	
Verifica	verificato	

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

INT 7261	Comune di Castellammare di Stabia Realizzazione rete fognaria Bacino di Via Fontanelle
----------	---

Tratto A3 picch. tratto 19-44 Hmin = 2,71 picchetto 19		
Dati Base		
Caratteristiche della condotta		
Diametro della condotta D	0,8	m
Spessore della condotta s	0,013	m
Peso specifico	1300	Kg/mc
Peso a metro lineare della condotta	653,12	Kg/m
Caratteristiche dello scavo		
Larghezza dello scavo B	1,6	m
Quota terreno	4,97	m
Quota falda	4,97	m.l.m
Quota posa in opera	2,26	m.l.m
Profondità dello scavo Hsc	2,71	m
Spessore dello strato H	0	m
Spessore dello strato saturo H'	2,71	m
Hsc/B	1,69375	→ Trincea Stretta
Hsc/D	3,3875	
B/D	2	
Parametri geotecnici		
φ	30	°
TG φ	0,58	
γ	1800	Kg/mq
γ'	800	Kg/mq
K	0,33	
Cd	0,00	
Cd'	1,24	
Caratteristiche di resistenza		
E	1000000	Kg/mc
E1	240000	Kg/mc
CALCOLO E RISULTATI DELLE VERIFICHE		
Pst	0	Kg/m
P'st	1274,81	Kg/m
Pvc=pv * D*Fd	1488,94	Kg/m
Qtot	2763,74	Kg/m
Δx	0,016	
$\Delta x/D$	1,97	%
Valore limite	8	
Verifica	verificato	

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

INT 7261	Comune di Castellammare di Stabia Realizzazione rete fognaria Bacino di Via Fontanelle
----------	---

Tratto A12 picch. Tratto 14-35 Hmax 2.50 picchetto 19		
Dati Base		
Caratteristiche della condotta		
Diametro della condotta D	0,60	m
Spessore della condotta s	0,02	m
Peso specifico	1300,00	Kg/mc
Peso a metro lineare della condotta	58,04	Kg/m
Caratteristiche dello scavo		
Larghezza dello scavo B	1,40	m
Quota terreno	5,30	m
Quota falda	5,30	m.l.m
Quota posa in opera	2,80	m.l.m
Profondità dello scavo Hsc	2,50	m
Spessore dello strato H sopra falda	0,00	m
Spessore dello strato saturo H'	2,50	m
Hsc/B	1,79	→
Hsc/D	4,17	
B/D	2,33	
Parametri geotecnici		
φ	30	°
TG φ	0,58	
γ	1800,00	Kg/mc
γ'	800,00	Kg/mc
K	0,33	
Cd	-	
Cd'	-	
Caratteristiche di resistenza		
E	170000000	Kg/mq
E1	240000	Kg/mq
CALCOLO E RISULTATI DELLE VERIFICHE		
Pst	0,00	Kg/m
P'st	1200,00	Kg/m
Pvc=pv * D*Fd	1215,02	Kg/m
Qtot	2415,02	Kg/m
Δx	0,01	
$\Delta x/D$	1,87	%
Valore limite	8	
Verifica	verificato	

Trincea Larga

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

INT 7261	Comune di Castellammare di Stabia Realizzazione rete fognaria Bacino di Via Fontanelle
----------	---

Tratto A12 picch. tratto 14-35 Hmin = 1,39 picchetto 35		
Dati Base		
Caratteristiche della condotta		
Diametro della condotta D	0,6	m
Spessore della condotta s	0,0184	m
Peso specifico	1300	Kg/mc
Peso a metro lineare della condotta	58,04	Kg/m
Caratteristiche dello scavo		
Larghezza dello scavo B	1,4	m
Quota terreno	4,1	m
Quota falda	4,1	m.l.m
Quota posa in opera	2,71	m.l.m
Profondità dello scavo Hsc	1,39	m
Spessore dello strato H	0	m
Spessore dello strato saturo H'	1,39	m
Hsc/B	0,99	
Hsc/D	2,32	
B/D	2,33	
Parametri geotecnici		
φ	30	°
TG φ	0,58	
γ	1800	Kg/mc
γ'	800	Kg/mc
K	0,33	
Cd	-	
Cd'	-	
Caratteristiche di resistenza		
E	170000000	Kg/mq
E1	240000	Kg/mq
CALCOLO E RISULTATI DELLE VERIFICHE		
Pst	0,00	Kg/m
P'st	667,20	Kg/m
Pvc=pv * D*Fd	2245,22	Kg/m
Qtot	2912,42	Kg/m
Δx	0,01	
$\Delta x/D$	2,26	%
Valore limite	8	
Verifica	verificato	

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

3. VERIFICA AL GALLEGGIAMENTO

Il problema del “galleggiamento” delle condotte interessa solo alcuni tratti degli interventi di completamento della rete fognaria del comune di Castellammare dove, già a basse profondità, è possibile rinvenire la falda. Nello specifico, dei tratti presi in considerazione, solo i tratti A3 e A12, sono interessati dalla presenza di falda, che per maggiore cautela nelle verifiche è stata ipotizzata a p.c., per cui, per questi, è stato necessario effettuare la verifica al galleggiamento.

Per la verifica al galleggiamento si sono considerate le seguenti condizioni:

- a) fase di varo della condotta;
- b) condizione di rinterro parziale prima del collaudo;
- c) condizione di rinterro completo in fase di esercizio.

Per la condizione a) si è prevista quale modalità esecutiva, l'aggottamento della falda fino alla quota di posa della condotta tramite l'impiego di motopompa. Quindi in tal caso la verifica al galleggiamento può ritenersi inutile.

La verifica a galleggiamento è stata effettuata per le condizioni b) e c).

La verifica è soddisfatta se il carico per unità di lunghezza dovuto al terreno è maggiore della forza a galleggiamento (U).

$$FS(R_w W_c + P_p) > U$$

Dove:

- U forza di spinta verso l'alto (galleggiamento);
- R_w fattore di galleggiamento in acqua pari a $1-0,33(H_w/H)$;
- W_c peso del terreno di rinterro sul tubo;
- P_p peso del tubo al metro lineare.

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

INT 7261	Comune di Castellammare di Stabia Realizzazione rete fognaria Bacino di Via Fontanelle
----------	---

3.1. Risultati ottenuti

Si riportano nel seguito i risultati ottenuti dall'applicazione delle formule descritte in precedenza.

Si evidenzia che i calcoli di verifica sono stati eseguiti con riferimento alle sezioni tipo di scavo desunte dagli elaborati grafici allegati al progetto e, per ogni tipologia di tubazione prevista in progetto per i limiti massimo e minimo ricoprimento.

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

INT 7261	Comune di Castellammare di Stabia Realizzazione rete fognaria Bacino di Via Fontanelle
----------	---

Tratto A3

Tratto A3 picch. Tratto 1-19 Hmax 2.44 picchetto 10		
Caratteristiche della condotta		
Diametro della condotta D	0,6	m
Spessore della condotta s	0,0184	m
Peso specifico	1300	Kg/mc
Peso a metro lineare della condotta	58,04	Kg/m
Azioni sulla tubazione		
Peso reinterro	936,96	Kg/m
Rw	0,67	-
FS	1,5	-
CARICO TOT	1028,705	
U	282,6	
VERIFICA	verificato	

Tratto A3 picch. tratto 1-19 Hmin = 2.04 picchetto 1		
Caratteristiche della condotta		
Diametro della condotta D	0,6	m
Spessore della condotta s	0,0184	m
Peso specifico	1300	Kg/mc
Peso a metro lineare della condotta	58,04	Kg/m
Azioni sulla tubazione		
Peso reinterro	783,36	Kg/m
Rw	0,67	-
FS	1,5	-
CARICO TOT	874,3368	
U	282,6	
VERIFICA	verificato	

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

INT 7261	Comune di Castellammare di Stabia Realizzazione rete fognaria Bacino di Via Fontanelle
----------	---

Tratto A3 picch. tratto 19-44 Hmax = 3,48 picchetto 44		
Caratteristiche della condotta		
Diametro della condotta D	0,8	m
Spessore della condotta s	0,013	m
Peso specifico	1300	Kg/mc
Peso a metro lineare della condotta	904,32	Kg/m
Azioni sulla tubazione		
Peso reinterro	1207,39	Kg/m
Rw	0,67	-
FS	1,5	-
CARICO TOT	2193,10	
U	502,4	
VERIFICA	verificato	

Tratto A3 picch. tratto 19-44 Hmin = 2,71 picchetto 19		
Caratteristiche della condotta		
Diametro della condotta D	0,8	m
Spessore della condotta s	0,013	m
Peso specifico	1300	Kg/mc
Peso a metro lineare della condotta	0,58	Kg/m
Azioni sulla tubazione		
Peso reinterro	1019,84	Kg/m
Rw	0,44	-
FS	1,5	-
CARICO TOT	675,59	
U	502,4	
VERIFICA	verificato	

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--

INT 7261	Comune di Castellammare di Stabia Realizzazione rete fognaria Bacino di Via Fontanelle
----------	---

Tratto A12

Tratto A12 picch. Tratto 14-35 Hmax 2.50 picchetto 19		
Caratteristiche della condotta		
Diametro della condotta D	0,6	m
Spessore della condotta s	0,0184	m
Peso specifico	1300	Kg/mc
Peso a metro lineare della condotta	58,04	Kg/m
Azioni sulla tubazione		
Peso reinterro	960	Kg/m
Rw	0,67	-
FS	1,5	-
CARICO TOT	1051,86	
U	282,6	
VERIFICA	verificato	

Tratto A12 picch. tratto 14-35 Hmin = 1,39 picchetto 35		
Caratteristiche della condotta		
Diametro della condotta D	0,6	m
Spessore della condotta s	0,0184	m
Peso specifico	1300	Kg/mc
Peso a metro lineare della condotta	58,04	Kg/m
Azioni sulla tubazione		
Peso reinterro	533,76	Kg/m
Rw	0,67	-
FS	1,5	-
CARICO TOT	623,4888	
U	282,6	
VERIFICA	verificato	

Come è evidente dai risultati, la verifica al galleggiamento risulta soddisfatta per tutti i tratti. Ad ogni buon conto, per garantire maggiori condizioni di sicurezza nei confronti della verifica al galleggiamento si è prevista il riempimento della sezione di scavo con cls fino a 15 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo.

Progetto Esecutivo	A5	Relazione Calcoli Statici delle Tubazioni	Rev.0	
--------------------	----	---	-------	--