



Società Autostrada Tirrenica p.A.

GRUPPO AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.p.A.

**AUTOSTRADA (A12) : ROSIGNANO – CIVITAVECCHIA  
LOTTO 7**

**TRATTO: BRETELLA DI PIOMBINO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

INFRASTRUTTURA STRATEGICA DI PREMINENTE INTERESSE  
NAZIONALE LE CUI PROCEDURE DI APPROVAZIONE SONO REGOLATE  
DALL' ART. 161 DEL D.LGS. 163/2006

**AU-CORPO STRADALE**

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**RELAZIONE IDRAULICA  
DEL SISTEMA DI DRENAGGIO STRADALE**

<b>IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA</b> Ing. Alessandro Alfì Ord. Ingg. Milano N. 20015	<b>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b> Ing. Alessandro Alfì Ord. Ingg. Milano N. 20015  <b>COORDINATORE GENERALE APS</b>	<b>IL DIRETTORE TECNICO</b> Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492  <b>RESPONSABILE DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURE</b>
--	--	---

<b>RIFERIMENTO ELABORATO</b>					<b>DATA:</b> FEBBRAIO 2011		<b>REVISIONE</b>		
—		<b>DIRETTORIO</b>			<b>FILE</b>			n.	data
—		codice	commissa	N.Prog.	unita'	n. progressivo			
—		12	12	1701	DR	100--			
					<b>SCALA:</b>		—		

 <b>ingegneria europea</b>		ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
		ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	
CONSULENZA A CURA DI :		IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA'	Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N.16492

<b>RESPONSABILE DI COMMESSA</b> Arch. Mario Canato Ord. Arch.. Venezia N. 1294  <b>COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO</b>	<b>VISTO DEL COMMITTENTE</b> 	<b>VISTO DEL CONCEDENTE</b> 
---	---	--

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELLE OPERE.....</b>	<b>3</b>
<b>3. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO.....</b>	<b>5</b>
3.1. IDROLOGIA.....	5
<b>4. DETERMINAZIONE DELLA CAPACITA' DI SMALTIMENTO.....</b>	<b>10</b>
4.1. METODOLOGIA DI CALCOLO – ANALISI DEI RISULTATI .....	11
4.1.2. <i>Canaletta con griglia</i> .....	12
4.1.3. <i>Cunetta triangolare CT1</i> .....	14
4.1.4. <i>Collettori circolari in PeaD e PP</i> .....	15
4.1.5. <i>Fossi di guardia inerbiti</i> .....	18
4.1.6. <i>Fossi di guardia rivestiti</i> .....	19
<b>5. VERIFICHE STATICHE DEI COLLETTORI IN PEAD.....</b>	<b>21</b>

## 1. Premessa

L'intervento in esame ha come obiettivo la realizzazione di una viabilità di collegamento per una estensione di circa 2.9km.

In particolare, la presente relazione tratta del drenaggio di piattaforma, affrontando i problemi idraulici legati alle opere di raccolta, trasporto e recapito delle acque meteoriche che insistono direttamente sulla piattaforma stradale e sulle viabilità secondarie, e delle acque esterne non canalizzate che possono interessare il corpo stradale.

Nel tratto in esame il recapito delle acque di piattaforma è costituito prevalentemente dal fosso Cornia Vecchia.

## 2. Descrizione delle opere

La raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche dalla piattaforma stradale avviene mediante un sistema di embrici, fossi di guardia, di cunette triangolari e di canalette grigliate, il tutto integrato da una rete di collettori di diametro variabile in funzione delle esigenze.

Il sistema di drenaggio è di tipo “aperto” e sono state previste le tipologie di intervento che si descrivono di seguito.

Nei tratti in cui il corpo stradale si sviluppa in rilevato, le acque meteoriche vengono canalizzate ed allontanate dalla sede stradale mediante la sezione defluente costituita dal cordolo a lato piattaforma e la piattaforma stessa. Le acque raccolte vengono poi convogliate verso il primo embrice disponibile con modalità variabili in funzione delle livellette stradali

Gli embrici sono disposti ad interasse variabile e recapitano nel fosso di guardia posto al piede della scarpata.

I fossi di guardia sono di forma trapezia e vengono utilizzati sia quando la sezione stradale è in rilevato sia quando è in trincea. Nel primo caso il fosso è posto al piede del rilevato e serve a raccogliere le acque che scendono dal rilevato stesso e a convogliarle verso il recapito finale più vicino. Questi fossi sono generalmente in terra, tranne nei casi in cui la loro pendenza longitudinale sia molto elevata, nel qual caso si utilizzano fossi rivestiti per evitare che la forte velocità dell'acqua possa erodere il fondo. In presenza di sistema di drenaggio aperto, l'acqua della piattaforma stradale è indirizzata direttamente al fosso al piede del rilevato tramite embrici. Nel punto di scarico dell'embrice si deve quindi rivestire il fosso in CLS per evitare l'erosione.

Nei tratti con sviluppo in trincea o sotto i muri di controripa l'acqua della carreggiata viene raccolta dalla cunetta alla francese a sezione triangolare e convogliata nell'apposito tubo sottostante per mezzo di pozzetti grigliati disposti ad interasse variabile lungo lo sviluppo della cunetta. Anche in questo caso la cunetta, oltre a ricevere le acque provenienti dalla piattaforma, raccoglie anche le acque provenienti dalla scarpata per una fascia variabile in funzione della naturale inclinazione del bacino dominante e dell'ubicazione delle canalizzazioni di protezione presenti a monte.

In trincea, viene utilizzata una cunetta triangolare detta CT1 che ha una larghezza lorda pari a 103 cm.

Nei tratti in curva con le due carreggiate stradali quasi complanari, la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche avviene in corrispondenza dello spartitraffico mediante una canaletta grigliata (CG) coadiuvata da un collettore dedicato in cui recapita in corrispondenza dei pozzetti posti ad interasse variabile.

Il sistema di drenaggio della piattaforma in viadotto è dotato di caditoie a bocchettone disposte ad interasse variabile. L'acqua raccolta viene poi convogliata all'interno di tubazioni suborizzontali correnti in acciaio staffate all'impalcato che la trasporteranno fino al punto di recapito previsto.

### 3. Determinazione delle portate di progetto

La determinazione delle portate è stata eseguita assumendo i seguenti tempi di ritorno:

- opere deputate al drenaggio della piattaforma principale (canalette, cunette, caditoie e embrici) Tr 25 anni;
- opere deputate al convogliamento delle acque (fossi e collettori) Tr 50 anni;
- opere al recapito delle acque (corsi d'acqua naturali, cavi/fossi irrigui, sottosuolo e presidi idraulici) Tr100 anni;

Per la determinazione delle portate di progetto è stato fatto riferimento a quanto riportato nel seguente paragrafo:

#### 3.1. IDROLOGIA

Le curve di possibilità pluviometrica facenti riferimento al tratto di strada in oggetto sono state calcolate con il procedimento di seguito descritto.

L'elaborazione delle curve di pioggia è stata effettuata sulla base dei contenuti della pubblicazione CNR –GNDCI – VAPI, "Sintesi del rapporto regionale per i compartimenti di Bologna, Pisa, Roma e zona emiliana del bacino del Po".

Nella progettazione dei sistemi di drenaggio è necessario far riferimento agli eventi meteorici di breve durata: nel caso specifico essi sono commisurati al tempo di risposta relativamente breve (in genere largamente inferiore all'ora) dei bacini e sottobacini in cui la superficie drenata è stata suddivisa.

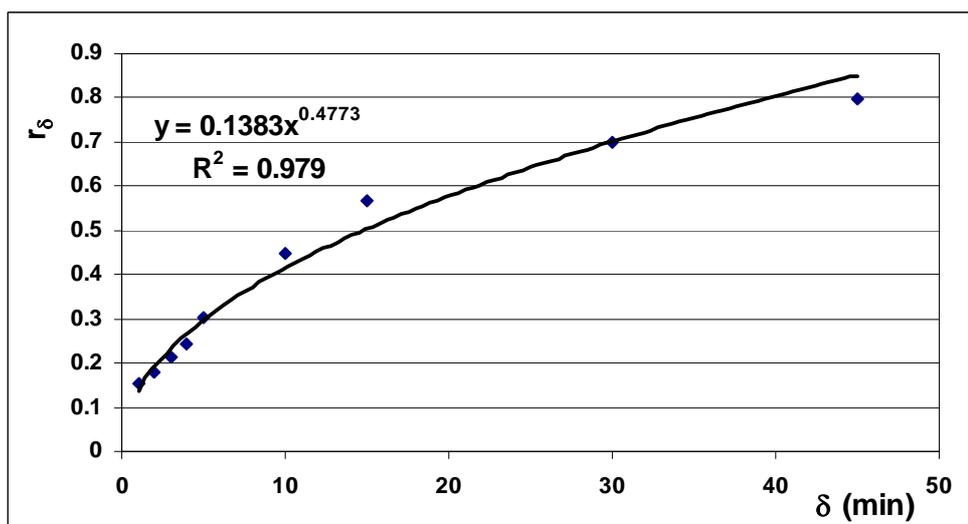
Pertanto, partendo dalle curve di possibilità pluviometrica ottenute per  $t > 1$  h, è stato necessario, applicando una nota metodologia proposta in letteratura (AAVV, Sistemi di fognatura, Manuale di progettazione, 1997, ed. HOEPLI), estendere il campo di validità delle curve di possibilità pluviometrica anche alle durate di pioggia inferiori all'ora partendo dalle serie storiche di dati disponibili che comprendono unicamente altezze di pioggia registrate per durate superiori all'ora.

In particolare, il sopraccitato metodo parte dall'osservazione che i rapporti  $r_d$  fra le altezze di pioggia di durata  $d$  inferiori all'ora e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località [Bell 1969]. Per le finalità del presente studio si è quindi ritenuto legittimo fare riferimento ai dati disponibili per il pluviografo di Milano Monviso dove, su un campione di 17 anni di osservazioni sono stati calcolati i rapporti  $r_d$  dei valori medi delle massime altezze di pioggia annue di diversa durata rispetto al valor medio della massima altezza annua oraria  $h_1$ .

Visto che i tempi di corrivazione caratterizzanti i bacini analizzati risultano estremamente contenuti (nettamente inferiori all'ora) e che le curve di possibilità pluviometrica sono state ottenute mediante l'elaborazione delle piogge intense aventi durate superiore o uguale all'ora, nei successivi calcoli sono stati utilizzati i seguenti rapporti tra la massima altezza di precipitazione di durata  $\delta$  e la massima altezza oraria.

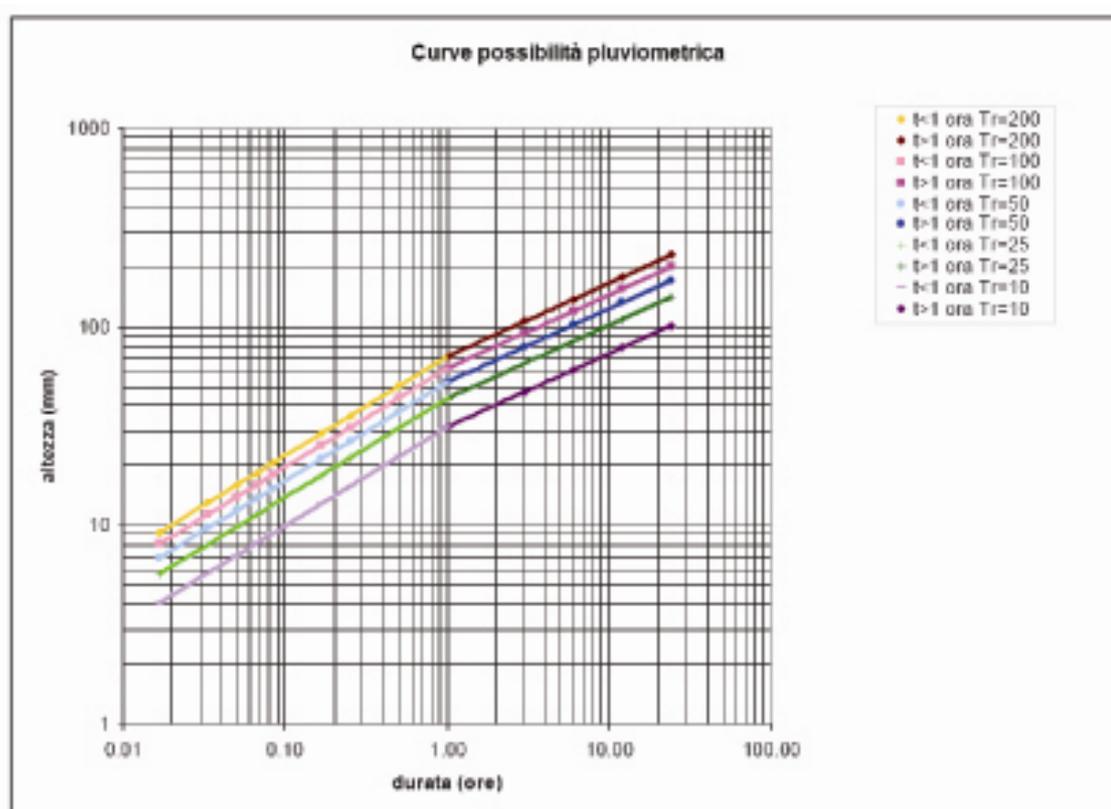
Effettuando un'interpolazione dei punti, con una legge di tipo potenziale, si sono ricavati i valori del coefficiente correttivo da introdurre nella valutazione delle piogge critiche di durata inferiore all'ora.

$$r_d = 0.1383d^{0.4773}$$



I valori sopra riportati sono stati elaborati sulla base di registrazioni effettuate al pluviografo di Milano Monvisio, su un campione di 17 anni (Piga E. Salis M. Passoni G. 1990 – “Analisi statistica delle piogge intense di breve e brevissima durata nell’area metropolitana di Milano” – Città Studi, Milano).

Di seguito si riporta il calcolo effettuato per i diversi tempi di ritorno, le LSPP sono state calcolate imponendo la continuità sull’ora. Le curve di possibilità climatica sono riportate nella tabella e figura seguenti per i diversi periodi di ritorno.



In particolare vengono forniti i parametri della curva di possibilità pluviometrica con i relativi coefficienti di crescita.

$$h(\delta) = a \cdot \delta^n$$

<b>Curve di possibilità pluviometrica</b>				
	<b><math>t \geq 1</math> ora</b>		<b><math>t &lt; 1</math> ora</b>	
<b><math>T_r</math></b>	<b><math>a</math></b>	<b><math>n</math></b>	<b><math>a</math></b>	<b><math>n</math></b>
200	71	0.37	71	0.50
100	62	0.37	62	0.50
50	53	0.37	53	0.50
25	44	0.37	44	0.50
10	31	0.37	31	0.50

Per il calcolo delle portate è stato utilizzato il metodo razionale.

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3600000}$$

dove:

Q è la portata massima espressa in mc/s

A è la superficie del bacino in mq

C è il coefficiente di deflusso

i è l'altezza di precipitazione (mm/h) corrispondente ad una durata della precipitazione pari al tempo di corrivazione  $t_c$  e dipendente dal tempo di ritorno  $T_r$

Il coefficiente C è un parametro minore dell'unità tramite il quale si tiene globalmente conto del complesso delle perdite del bacino (infiltrazione nel terreno, ritenzione nelle depressioni superficiali) a causa delle quali la portata al colmo è minore della portata di pioggia.

Questo è stato determinato operando la media pesata dei coefficienti attribuiti a ciascuna tipologia di superficie che costituisce ciascun bacino.

Il tempo di corrivazione in ore di ciascun bacino relativo a ciascuna sezione di calcolo è stato stimato mediante la seguente formulazione:

$$t_c = t_a + \frac{L}{v \cdot 3600}$$

Dove  $t_a$  è il tempo di accesso posto pari a 0,05 o a 0,08 ore a secondo dei casi,  $L$  è la lunghezza dell'asta principale in m e  $v$  è la velocità di percorrenza all'interno dell'elemento di smaltimento preso in esame.

## 4. Determinazione della capacità di smaltimento

La definizione della capacità di smaltimento di ciascuna opera è stata effettuata mediante l'espressione di Chezy:

$$Q = A \cdot \chi \cdot \sqrt{Ri}$$

nella quale:

Q (m<sup>3</sup>/s) è la portata;

A (m<sup>2</sup>) è l'area della sezione utile di deflusso;

R (m) è il raggio idraulico;

i (-) è la pendenza del canale.

Per quel che riguarda il coefficiente  $\chi$  è stata adottata l'espressione di Gauckler - Strickler:

$$\chi = (Ks) \cdot R^{1/6}$$

dove Ks rappresenta la scabrezza del canale posta pari a 70 per superficie in cls ed a 80 per superficie in PP e PEAD.

## 4.1. METODOLOGIA DI CALCOLO – ANALISI DEI RISULTATI

Mediante le formulazioni sopra descritte, procedendo con un calcolo iterativo, è stato possibile definire gli sviluppi massimi di sufficienza in funzione della pendenza longitudinale di ciascuna opera.

### 4.1.1. Embrici

La raccolta delle acque in rilevato è affidata alle canalizzazioni di embrici poste sulle scarpate del rilevato che scaricano le acque raccolte verso i fossi di guardia posti al piede del rilevato. Per la determinazione degli interassi degli embrici è stata calcolata la lunghezza massima di sufficienza in funzione della pendenza longitudinale del canale di bordo triangolare che si forma tra la piattaforma ed il cordolo. Fissando una larghezza massima impegnata dal canale di bordo pari a 1.5m ed una pendenza trasversale del 2,5% dal calcolo si ottiene quanto segue.

EMBRICI										
pendenza	b	L max	ta	tc	Atotale	coefficiente di deflusso	intensità di pioggia	Ks Gauckler-Strickler	tirante idrico	Qmax smaltibile
	m	m	ore	ore	mq		mm/h		m	mc/s
0.001	8.0	12	0.050	0.071	95	1.00	164.76	70	0.030	0.004
0.002	8.0	17	0.050	0.071	134	1.00	164.76	70	0.030	0.006
0.003	8.0	20	0.050	0.071	164	1.00	164.76	70	0.030	0.007
0.004	8.0	24	0.050	0.071	189	1.00	164.76	70	0.030	0.009
0.005	8.0	26	0.050	0.071	212	1.00	164.76	70	0.030	0.010
0.006	8.0	29	0.050	0.071	232	1.00	164.76	70	0.030	0.011
0.007	8.0	31	0.050	0.071	250	1.00	164.76	70	0.030	0.011
0.008	8.0	33	0.050	0.071	268	1.00	164.76	70	0.030	0.012
0.009	8.0	35	0.050	0.071	284	1.00	164.76	70	0.030	0.013
0.010	8.0	37	0.050	0.071	299	1.00	164.76	70	0.030	0.014
0.011	8.0	39	0.050	0.071	314	1.00	164.76	70	0.030	0.014
0.012	8.0	41	0.050	0.071	328	1.00	164.76	70	0.030	0.015
0.013	8.0	43	0.050	0.071	341	1.00	164.76	70	0.030	0.016
0.014	8.0	44	0.050	0.071	354	1.00	164.76	70	0.030	0.016

L'interasse minimo assegnato è stato fissato pari a 7m mentre l'interasse massimo pari a 20m, a prescindere dalla pendenza longitudinale.

Per il calcolo dell'efficienza dell'embrice è opportuno riferirsi a risultati sperimentali. In particolare è stata utilizzata la formulazione ottenuta da McGhee T. J. (1991) Water Supply and Sewerage McGraw - Hill La portata  $Q$  intercettata da un'apertura di lunghezza  $L$ , con tirante idrico  $h$  e depressione  $a$  può essere ricavata dalla seguente relazione:

$$Q = L \cdot 0.39 / h \cdot \left[ (a + h)^{5/2} - a^{5/2} \right]$$

Nel nostro caso essendo  $h$  pari a 0.10 m,  $a$  pari a 0.03 m ed  $L$  pari a 1.2m si ottiene una portata pari a 27L/s e quindi compatibile con le portate precedentemente calcolate.

#### 4.1.2. Canaletta con griglia

La canaletta con griglia viene utilizzata per raccogliere l'acqua di piattaforma nelle seguenti situazioni:

- lungo il margine esterno nel caso in cui si è in rilevato in presenza di barriere fonoassorbenti;
- lungo lo spartitraffico stradale in curva;

Lo scarico della canaletta grigliata al collettore sottostante avviene tramite un discendente DN160 sempre in PEAD. La canaletta è prefabbricata e realizzata in PEAD. Per le dimensioni della canaletta si rimanda alle tavole dei particolari idraulici.

Per il dimensionamento si è posto un riempimento massimo di 20 cm sui 25 totali (80%).

Con tale riempimento si ha che:

$$A=0.396\text{mq}$$

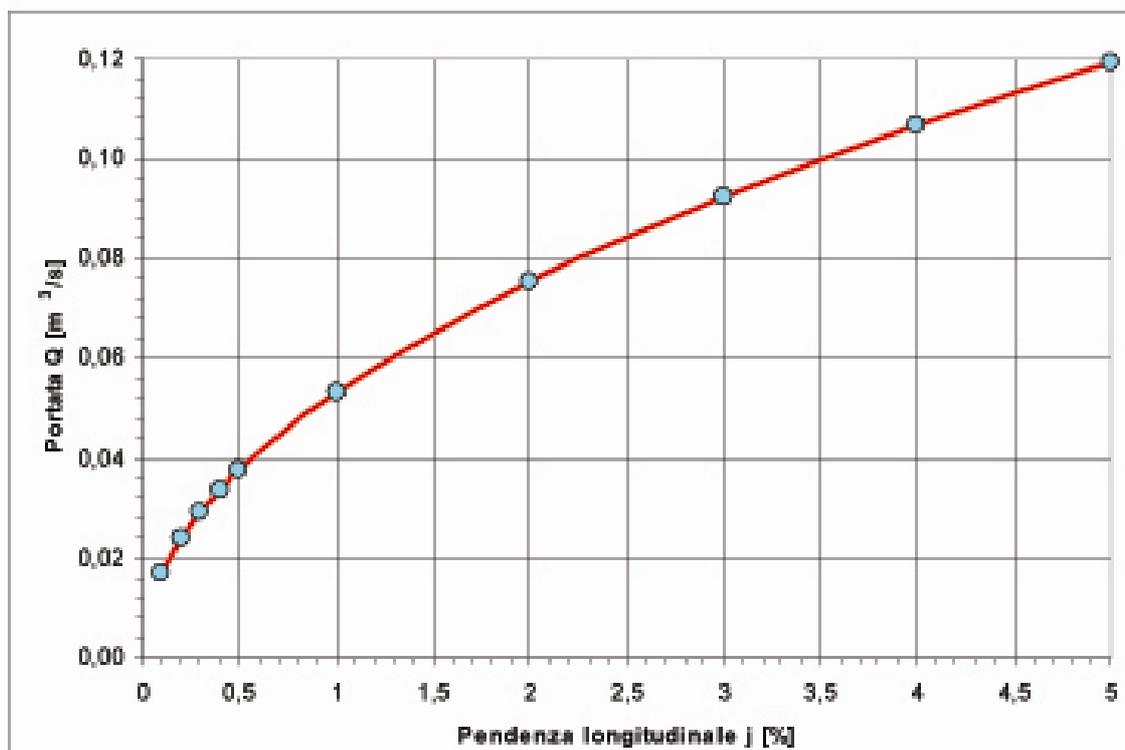
$$C=0.5744\text{m}$$

La portata massima transitante nella canaletta grigliata è stata calcolata con la formula di Chézy avendo posto come parametro di Strickler il valore di 80 ( $n = 0.0125$ ).

Relazione idraulica del sistema di drenaggio stradale	Pagina 12 di 28
IDR100.doc100	

Si ottiene quindi una portata specifica pari a:  $Q_{sp}=0.5326$  mc/sec.

Il tratto massimo di strada che la canaletta riesce a drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile (riportata in figura sottostante in funzione della pendenza longitudinale) e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza ( $q_0$ ).



La portata massima che può portare il discendente può essere calcolata con la formula del funzionamento sotto battente:

$$Q = Cq \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$$

Essendo  $Cq = 0.6$ ,  $A$  l'area del discendente e  $h$  il carico sulla sezione contratta. Considerando  $h$  pari a 20 cm si ottiene che il discendente DN160, avente diametro interno pari a 137 mm, è in grado di smaltire una portata pari a 17.5 l/s. Si è quindi posto l'interasse dei discendenti in modo che questo valore non venga superato. Per quanto riguarda la strada si ha che  $b$  è pari a 12 m. L'interasse massimo dei discendenti si è posto pari a 25 m, da cui deriva una portata massima di 14.2 l/s, avendo considerato un tempo di corrvazione di 4 minuti.



La lunghezza massima di sufficienza rappresenta la lunghezza massima di bacino che la cunetta è in grado di smaltire, nelle condizioni ipotizzate, a secondo della pendenza longitudinale. Per lunghezze superiori è necessario l'ausilio del sottostante collettore. L'interasse minimo assegnato è stato fissato pari a 25m mentre l'interasse massimo pari a 50m, a prescindere dalla pendenza longitudinale. al fine di consentire le future operazioni di manutenzione.

Per il calcolo dell'efficienza della caditoia possono essere utilmente utilizzati i risultati ottenuti dalla John Hopkins University, in parte riportati da Stephenson [Stephenson, 1981 Developments in Water Science, 14 – Stormwater Hydrology and Drainage]. Essi fanno riferimento alla teoria delle correnti a caduta libera, la cui validità fu provata anche con salti muniti di barre longitudinali. Nel caso di derivazione totale si ha:

$$Q = 0,417 \cdot L \cdot h^2 \cdot g^{0,5} \cdot \left( h - \frac{W}{\text{tg } \vartheta} \right)^{-0,5}$$

in cui L è la lunghezza della caditoia, g è l'accelerazione di gravità, W è la larghezza della caditoia, h è il carico idraulico e  $\theta$  è angolo tra piattaforma e la verticale.

Essendo la caditoia 0,50x0,50, h pari a 0.07, dal calcolo si ottiene una portata di 34 L/s che è compatibile con i valori precedentemente calcolati.

#### 4.1.4. Collettori circolari in PeaD e PP

I collettori utilizzati sono in PeaD o PP. Per quanto riguarda la strada vengono utilizzati dei collettori in PEAD (Polietilene ad alta densità) SN 8 kN/mq conformi alla norma UNI 10968 (Pr EN 13476-1) per i tubi che viaggiano longitudinalmente alla viabilità, mentre collettori in PP (Polipropilene) SN 16 kN/m2 secondo EN ISO 9969, conformi alla norma UNI 10968, per gli attraversamenti trasversali.

Per il dimensionamento si è considerato il diametro interno come da tabella sottostante:

<b>DN</b>	<b>Spessore</b>	<b>Raggio interno</b>
<i>(mm)</i>	<i>(mm)</i>	<i>(mm)</i>
400	26.5	173.5
500	33.5	216.5
630	47.5	267.5
800	61	339
1000	74	426
1200	85	515

Le ipotesi poste a base del calcolo sono le seguenti:

- la superficie contribuyente è costituita dalla piattaforma più una fascia di 10m di scarpata;
- il riempimento massimo fissato è del 80%
- portata di progetto pari a 50anni.
- Per i tratti molto pianeggianti e nel caso in cui il collettore è in contropendenza rispetto alla livelletta stradale si è posta una pendenza minima dello 0,20% e una velocità minima di 0,5 m/s per consentire una velocità minima dell'acqua che sia in grado di portare via eventuali sedimenti accumulatisi nel tempo.

Si riportano di seguito degli abachi riassunti calcolati sulla base delle ipotesi e delle metodologie precedentemente descritte.

DN 400 - PIATTAFORMA b=8 TRINCEA

pendenza	b m	L max m	ta	tc ore	Atotale mq	coefficiente di deflusso	intensità di pioggia mm/h	D diametro m	Ks Gauckler- Strickler	tirante idrico m	grado di riempimento %	Qmax smaltibile mc/s
0.001	18.0	43	0.05	0.071	774	1.07	198.70	0.35	80	0.28	80%	0.046
0.002	18.0	61	0.05	0.071	1,095	1.07	198.70	0.35	80	0.28	80%	0.065
0.003	18.0	75	0.05	0.071	1,341	1.07	198.70	0.35	80	0.28	80%	0.079
0.004	18.0	86	0.05	0.071	1,549	1.07	198.70	0.35	80	0.28	80%	0.092
0.005	18.0	96	0.05	0.071	1,732	1.07	198.70	0.35	80	0.28	80%	0.102
0.006	18.0	105	0.05	0.071	1,897	1.07	198.70	0.35	80	0.28	80%	0.112
0.007	18.0	114	0.05	0.071	2,049	1.07	198.70	0.35	80	0.28	80%	0.121
0.008	18.0	122	0.05	0.071	2,190	1.07	198.70	0.35	80	0.28	80%	0.130
0.009	18.0	129	0.05	0.071	2,323	1.07	198.70	0.35	80	0.28	80%	0.137
0.010	18.0	136	0.05	0.071	2,449	1.07	198.70	0.35	80	0.28	80%	0.145
0.015	18.0	167	0.05	0.071	2,999	1.07	198.70	0.35	80	0.28	80%	0.177
0.020	18.0	192	0.05	0.071	3,463	1.07	198.70	0.35	80	0.28	80%	0.205
0.025	18.0	215	0.05	0.071	3,872	1.07	198.70	0.35	80	0.28	80%	0.229
0.030	18.0	236	0.05	0.071	4,241	1.07	198.70	0.35	80	0.28	80%	0.251
0.035	18.0	255	0.05	0.071	4,581	1.07	198.70	0.35	80	0.28	80%	0.271
0.040	18.0	272	0.05	0.071	4,898	1.07	198.70	0.35	80	0.28	80%	0.290

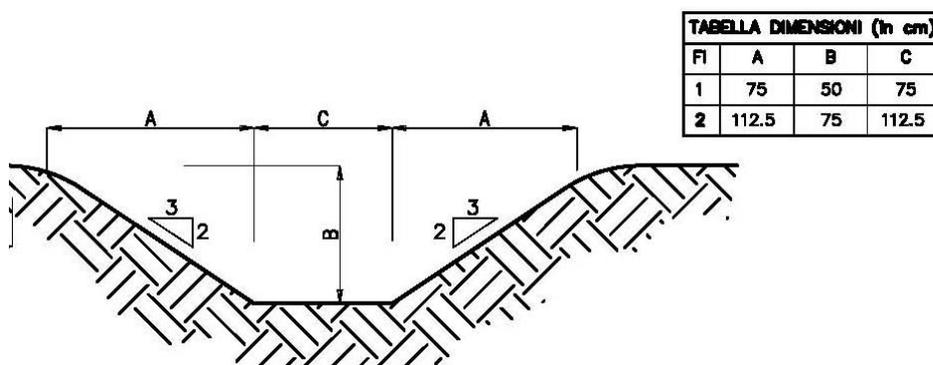
DN 400 - PIATTAFORMA b=8

pendenza	b m	L max m	ta	tc ore	Atotale mq	coefficiente di deflusso	intensità di pioggia mm/h	D diametro m	Ks Gauckler- Strickler	tirante idrico m	grado di riempimento %	Qmax smaltibile mc/s
0.001	8.0	132	0.05	0.115	1,055	1.00	156.41	0.35	80	0.28	80%	0.046
0.002	8.0	186	0.05	0.115	1,492	1.00	156.41	0.35	80	0.28	80%	0.065
0.003	8.0	228	0.05	0.115	1,827	1.00	156.41	0.35	80	0.28	80%	0.079
0.004	8.0	264	0.05	0.115	2,109	1.00	156.41	0.35	80	0.28	80%	0.092
0.005	8.0	295	0.05	0.115	2,358	1.00	156.41	0.35	80	0.28	80%	0.102
0.006	8.0	323	0.05	0.115	2,584	1.00	156.41	0.35	80	0.28	80%	0.112
0.007	8.0	349	0.05	0.115	2,791	1.00	156.41	0.35	80	0.28	80%	0.121
0.008	8.0	373	0.05	0.115	2,983	1.00	156.41	0.35	80	0.28	80%	0.130
0.009	8.0	396	0.05	0.115	3,164	1.00	156.41	0.35	80	0.28	80%	0.137
0.010	8.0	417	0.05	0.115	3,335	1.00	156.41	0.35	80	0.28	80%	0.145
0.015	8.0	511	0.05	0.115	4,085	1.00	156.41	0.35	80	0.28	80%	0.177
0.020	8.0	590	0.05	0.115	4,717	1.00	156.41	0.35	80	0.28	80%	0.205
0.025	8.0	659	0.05	0.115	5,274	1.00	156.41	0.35	80	0.28	80%	0.229
0.030	8.0	722	0.05	0.115	5,777	1.00	156.41	0.35	80	0.28	80%	0.251
0.035	8.0	780	0.05	0.115	6,240	1.00	156.41	0.35	80	0.28	80%	0.271
0.040	8.0	834	0.05	0.115	6,671	1.00	156.41	0.35	80	0.28	80%	0.290

Per consentire un'agevole manutenzione e pulizia dei tratti di collettore, si è posto pari a 50 m l'interasse massimo tra due pozzetti. Quando il dislivello di quota tra il collettore di piattaforma e il fosso al piede è elevato, si sono utilizzata degli scivoli gradonati in calcestruzzo. Questi sono realizzati sul rilevato e permettono di dissipare il carico attraverso una successione di salti.

#### 4.1.5. Fossi di guardia inerbiti

Sono state previste 2 tipologie FI1(75x50x75), FI2(112.5x60x112.5) come da figura sottostante:



Le ipotesi di base per calcolo sono le seguenti:

- la superficie contribuyente è costituita da una fascia larga mediamente 60 m costituita in parte dalla piattaforma e parte dal terreno naturale;
- il grado di riempimento massimo è stato fissato pari al 80%
- tempo di ritorno di 50 anni.

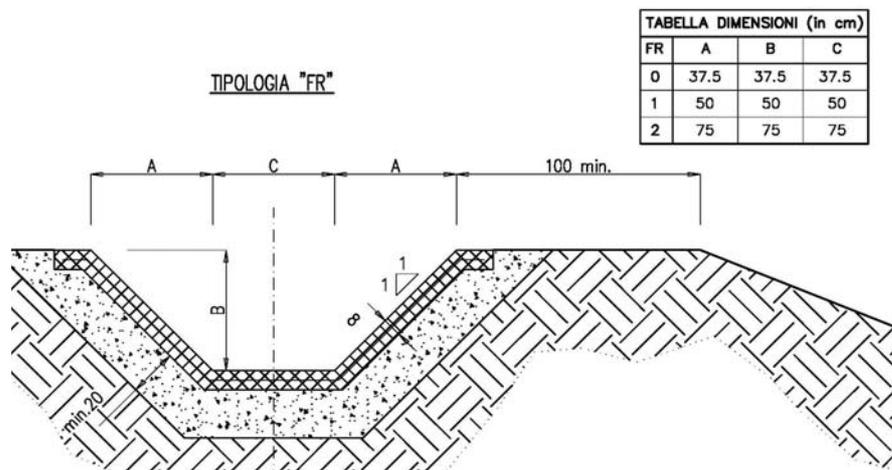
FOSSO TIPO FI1 75X75X75

pendenza	b m	L max m	ta	tc ore	Atotale mq	coefficiente di deflusso	intensità di pioggia mm/h	dimensione m	Ks Gaukler- Strickler	tirante idrico m	grado di riempimento %	Qmax smaltibile mc/s
0.001	60.0	278	0.050	0.238	16,704	0.44	108.53	0.75	33	0.40	80%	0.222
0.002	60.0	394	0.050	0.238	23,623	0.44	108.53	0.75	33	0.40	80%	0.313
0.003	60.0	482	0.050	0.238	28,932	0.44	108.53	0.75	33	0.40	80%	0.384
0.004	60.0	557	0.050	0.238	33,408	0.44	108.53	0.75	33	0.40	80%	0.443
0.005	60.0	623	0.050	0.238	37,352	0.44	108.53	0.75	33	0.40	80%	0.495
0.006	60.0	682	0.050	0.238	40,917	0.44	108.53	0.75	33	0.40	80%	0.543
0.007	60.0	737	0.050	0.238	44,195	0.44	108.53	0.75	33	0.40	80%	0.586
0.008	60.0	787	0.050	0.238	47,246	0.44	108.53	0.75	33	0.40	80%	0.627
0.009	60.0	835	0.050	0.238	50,112	0.44	108.53	0.75	33	0.40	80%	0.665
0.010	60.0	880	0.050	0.238	52,823	0.44	108.53	0.75	33	0.40	80%	0.701
0.015	60.0	1,078	0.050	0.238	64,695	0.44	108.53	0.75	33	0.40	80%	0.858
0.020	60.0	1,245	0.050	0.238	74,703	0.44	108.53	0.75	33	0.40	80%	0.991
0.025	60.0	1,392	0.050	0.238	83,521	0.44	108.53	0.75	33	0.40	80%	1.108
0.030	60.0	1,525	0.050	0.238	91,492	0.44	108.53	0.75	33	0.40	80%	1.214
0.035	60.0	1,647	0.050	0.238	98,823	0.44	108.53	0.75	33	0.40	80%	1.311
0.040	60.0	1,761	0.050	0.238	105,646	0.44	108.53	0.75	33	0.40	80%	1.401

La lunghezza massima di sufficienza rappresenta la lunghezza massima di bacino che il fosso è in grado di smaltire, nelle condizioni ipotizzate, a secondo della pendenza longitudinale , dopodichè viene utilizzato in fosso FI2.

#### 4.1.6. Fossi di guardia rivestiti

E' stata prevista la tipologia FR (50x50x50) come da figura sottostante:



Le ipotesi di base per calcolo sono le seguenti:

- la superficie contribuente è costituita da una fascia larga mediamente 60 m costituita in parte dalla piattaforma e parte dal terreno naturale;
- il grado di riempimento massimo è stato fissato pari al 80%
- tempo di ritorno di 50 anni.

FOSSO TIPO FR1 50X50X50												
pendenza	b	L max	ta	tc	Atotale	coefficiente di deflusso	intensità di pioggia	dimensione	<i>Ks</i> <i>Gauckler-Strickler</i>	tirante idrico	grado di riempimento	Qmax smaltibile
	m	m		ore	m <sup>2</sup>		mm/h	m		m	%	mc/s
0.050	60.0	1,754	0.050	0.149	105,267	0.44	137.09	0.50	60	0.40	80%	1.764
0.060	60.0	1,922	0.050	0.149	115,315	0.44	137.09	0.50	60	0.40	80%	1.932
0.070	60.0	2,076	0.050	0.149	124,554	0.44	137.09	0.50	60	0.40	80%	2.087
0.080	60.0	2,219	0.050	0.149	133,154	0.44	137.09	0.50	60	0.40	80%	2.231
0.090	60.0	2,354	0.050	0.149	141,231	0.44	137.09	0.50	60	0.40	80%	2.366
0.100	60.0	2,481	0.050	0.149	148,870	0.44	137.09	0.50	60	0.40	80%	2.494
0.110	60.0	2,602	0.050	0.149	156,137	0.44	137.09	0.50	60	0.40	80%	2.616
0.120	60.0	2,718	0.050	0.149	163,079	0.44	137.09	0.50	60	0.40	80%	2.732
0.130	60.0	2,829	0.050	0.149	169,738	0.44	137.09	0.50	60	0.40	80%	2.844
0.140	60.0	2,936	0.050	0.149	176,146	0.44	137.09	0.50	60	0.40	80%	2.951
0.150	60.0	3,039	0.050	0.149	182,328	0.44	137.09	0.50	60	0.40	80%	3.055
0.160	60.0	3,138	0.050	0.149	188,308	0.44	137.09	0.50	60	0.40	80%	3.155
0.170	60.0	3,235	0.050	0.149	194,103	0.44	137.09	0.50	60	0.40	80%	3.252
0.180	60.0	3,329	0.050	0.149	199,731	0.44	137.09	0.50	60	0.40	80%	3.346
0.190	60.0	3,420	0.050	0.149	205,204	0.44	137.09	0.50	60	0.40	80%	3.438
0.200	60.0	3,509	0.050	0.149	210,535	0.44	137.09	0.50	60	0.40	80%	3.528

La lunghezza massima di sufficienza rappresenta la lunghezza massima di bacino che il fosso è in grado di smaltire, nelle condizioni ipotizzate, a secondo della pendenza longitudinale.

## 5. Verifiche statiche dei collettori in Pead

Di seguito vengono riportate delle tabelle di calcolo per la verifica alla deformabilità dei collettori in Pead posti sotto la pavimentazione stradale. Le verifiche si sono fatte per il ricoprimento minimo (pari a 60 *cm*) e per un ricoprimento di 3 *m*.

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	<b>DN =</b>	<b>400</b>	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	<b>SN =</b>	<b>8</b>	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	<b>E<sub>m</sub> =</b>	150000	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	<b>Corrugato</b>		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	<b>B =</b>	0.700	m
Altezza sull'estradosso	<b>H =</b>	<b>0.60</b>	m
Tipologia del terreno indisturbato	<b>Terreno misto compatto</b>		
Tipologia del terreno di rinfiaccio	<b>Terreno misto compatto</b>		
Peso specifico rinterro	<b>γ<sub>t</sub> =</b>	20	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	<b>φ =</b>	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	<b>μ =</b>	0.70	°
Angolo di supporto	<b>2α =</b>	<b>0</b>	°
Tipo di compattazione	<b>Alta</b>		
Modulo di elasticità terreno	<b>E<sub>t</sub> =</b>	14000	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	<b>h =</b>	<b>0</b>	m
Peso specifico sommerso del riempimento	<b>γ' =</b>	16.4	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>			
<b>Trincea larga</b>			
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	<b>K<sub>a</sub> =</b>	0.271	
Coeff. di carico statico	<b>χ =</b>	0.732	
Carico idrostatico	<b>Q<sub>idr</sub> =</b>	0.000	kN/m
<b>Carico statico</b>	<b>Q<sub>st</sub> =</b>	<b>4.800</b>	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
<b>HT60</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	<b>P =</b>	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	<b>ω =</b>	1.5	
Tensione dinamica	<b>σ<sub>z</sub> =</b>	90.114	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	<b>Q<sub>d</sub> =</b>	<b>54.068</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	<b>Q =</b>	<b>58.868</b>	kN/m
Coeff. di sottofondo	<b>K =</b>	0.121	
Coeff. di deformazione differita	<b>F =</b>	1.5	
<b>Deformazione assoluta</b>	<b>Δd =</b>	11.64	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	<b>δ =</b>	<b>2.910</b>	%
<b>Tubazione verificata</b>			

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	<b>DN =</b>	<b>400</b>	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	<b>SN =</b>	<b>8</b>	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	<b>E<sub>m</sub> =</b>	<b>150000</b>	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	<b>Corrugato</b>		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	<b>B =</b>	<b>0.700</b>	m
Altezza sull'estradosso	<b>H =</b>	<b>3.00</b>	m
Tipologia del terreno indisturbato	<b>Terreno misto compatto</b>		
Tipologia del terreno di rinfianco	<b>Terreno misto compatto</b>		
Peso specifico rinterro	<b>γ<sub>t</sub> =</b>	<b>20</b>	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	<b>φ =</b>	<b>35</b>	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	<b>μ =</b>	<b>0.70</b>	
Angolo di supporto	<b>2α =</b>	<b>0</b>	°
Tipo di compattazione	<b>Alta</b>		
Modulo di elasticità terreno	<b>E<sub>t</sub> =</b>	<b>14000</b>	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	<b>h =</b>	<b>0</b>	m
Peso specifico sommerso del riempimento	<b>γ' =</b>	<b>16.4</b>	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>			
<b>Trincea stretta</b>			
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	<b>K<sub>a</sub> =</b>	<b>0.271</b>	
Coeff. di carico statico	<b>χ =</b>	<b>2.117</b>	
Carico idrostatico	<b>Q<sub>idr</sub> =</b>	<b>0.000</b>	kN/m
<b>Carico statico</b>	<b>Q<sub>st</sub> =</b>	<b>11.855</b>	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
<b>HT60</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	<b>P =</b>	<b>100</b>	kN/ruota
Coeff. dinamico	<b>ω =</b>	<b>1.1</b>	
Tensione dinamica	<b>σ<sub>z</sub> =</b>	<b>16.734</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	<b>Q<sub>d</sub> =</b>	<b>7.363</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	<b>Q =</b>	<b>19.218</b>	kN/m
Coeff. di sottofondo	<b>K =</b>	<b>0.121</b>	
Coeff. di deformazione differita	<b>F =</b>	<b>1.5</b>	
<b>Deformazione assoluta</b>	<b>Δd =</b>	<b>3.80</b>	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	<b>δ =</b>	<b>0.950</b>	%
<b>Tubazione verificata</b>			

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	<b>DN =</b>	<b>500</b>	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	<b>SN =</b>	<b>8</b>	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	<b>E<sub>m</sub> =</b>	150000	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	<b>Corrugato</b>		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	<b>B =</b>	0.800	m
Altezza sull'estradosso	<b>H =</b>	<b>0.60</b>	m
Tipologia del terreno indisturbato	<b>Terreno misto compatto</b>		
Tipologia del terreno di rinfianco	<b>Terreno misto compatto</b>		
Peso specifico rinterro	<b>γ<sub>t</sub> =</b>	20	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	<b>φ =</b>	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	<b>μ =</b>	0.70	°
Angolo di supporto	<b>2α =</b>	<b>0</b>	°
Tipo di compattazione	<b>Alta</b>		
Modulo di elasticità terreno	<b>E<sub>t</sub> =</b>	14000	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	<b>h =</b>	<b>0</b>	m
Peso specifico sommerso del riempimento	<b>γ' =</b>	16.4	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>	<b>Trincea larga</b>		
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	<b>K<sub>a</sub> =</b>	0.271	
Coeff. di carico statico	<b>χ =</b>	0.653	
Carico idrostatico	<b>Q<sub>idr</sub> =</b>	0.000	kN/m
<b>Carico statico</b>	<b>Q<sub>st</sub> =</b>	<b>6.000</b>	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	<b>HT60</b>		
Carico per ruota	<b>P =</b>	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	<b>ω =</b>	1.5	
Tensione dinamica	<b>σ<sub>z</sub> =</b>	90.114	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	<b>Q<sub>d</sub> =</b>	<b>67.585</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	<b>Q =</b>	<b>73.585</b>	kN/m
Coeff. di sottofondo	<b>K =</b>	0.121	
Coeff. di deformazione differita	<b>F =</b>	1.5	
<b>Deformazione assoluta</b>	<b>Δd =</b>	14.55	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	<b>δ =</b>	<b>2.910</b>	%
<b>Tubazione verificata</b>			

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	<b>DN =</b>	<b>500</b>	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	<b>SN =</b>	<b>8</b>	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	<b>E<sub>m</sub> =</b>	150000	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	<b>Corrugato</b>		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	<b>B =</b>	0.800	m
Altezza sull'estradosso	<b>H =</b>	<b>3.00</b>	m
Tipologia del terreno indisturbato	<b>Terreno misto compatto</b>		
Tipologia del terreno di rinfianco	<b>Terreno misto compatto</b>		
Peso specifico rinterro	<b>γ<sub>t</sub> =</b>	20	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	<b>φ =</b>	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	<b>μ =</b>	0.70	°
Angolo di supporto	<b>2α =</b>	<b>0</b>	°
Tipo di compattazione	<b>Alta</b>		
Modulo di elasticità terreno	<b>E<sub>t</sub> =</b>	14000	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	<b>h =</b>	<b>0</b>	m
Peso specifico sommerso del riempimento	<b>γ' =</b>	16.4	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>	<b>Trincea stretta</b>		
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	<b>K<sub>a</sub> =</b>	0.271	
Coeff. di carico statico	<b>χ =</b>	2.000	
Carico idrostatico	<b>Q<sub>idr</sub> =</b>	0.000	kN/m
<b>Carico statico</b>	<b>Q<sub>st</sub> =</b>	<b>16.001</b>	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	<b>HT60</b>		
Carico per ruota	<b>P =</b>	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	<b>ω =</b>	1.1	
Tensione dinamica	<b>σ<sub>z</sub> =</b>	16.734	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	<b>Q<sub>d</sub> =</b>	<b>9.204</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	<b>Q =</b>	<b>25.205</b>	kN/m
Coeff. di sottofondo	<b>K =</b>	0.121	
Coeff. di deformazione differita	<b>F =</b>	1.5	
<b>Deformazione assoluta</b>	<b>Δd =</b>	4.98	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	<b>δ =</b>	<b>0.997</b>	%
<b>Tubazione verificata</b>			

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	<b>DN =</b>	<b>630</b>	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	<b>SN =</b>	<b>8</b>	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	<b>E<sub>m</sub> =</b>	<b>150000</b>	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	<b>Corrugato</b>		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	<b>B =</b>	<b>1.000</b>	m
Altezza sull'estradosso	<b>H =</b>	<b>0.60</b>	m
Tipologia del terreno indisturbato	<b>Terreno misto compatto</b>		
Tipologia del terreno di rinfiaccio	<b>Terreno misto compatto</b>		
Peso specifico rinterro	<b>γ<sub>t</sub> =</b>	<b>20</b>	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	<b>φ =</b>	<b>35</b>	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	<b>μ =</b>	<b>0.70</b>	°
Angolo di supporto	<b>2α =</b>	<b>0</b>	°
Tipo di compattazione	<b>Alta</b>		
Modulo di elasticità terreno	<b>E<sub>t</sub> =</b>	<b>14000</b>	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	<b>h =</b>	<b>0</b>	m
Peso specifico sommerso del riempimento	<b>γ' =</b>	<b>16.4</b>	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>			
<b>Trincea larga</b>			
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	<b>K<sub>a</sub> =</b>	<b>0.271</b>	
Coeff. di carico statico	<b>χ =</b>	<b>0.537</b>	
Carico idrostatico	<b>Q<sub>idr</sub> =</b>	<b>0.000</b>	kN/m
<b>Carico statico</b>	<b>Q<sub>st</sub> =</b>	<b>7.560</b>	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
<b>HT60</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	<b>P =</b>	<b>100</b>	kN/ruota
Coeff. dinamico	<b>ω =</b>	<b>1.5</b>	
Tensione dinamica	<b>σ<sub>z</sub> =</b>	<b>90.114</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	<b>Q<sub>d</sub> =</b>	<b>85.158</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	<b>Q =</b>	<b>92.718</b>	kN/m
Coeff. di sottofondo	<b>K =</b>	<b>0.121</b>	
Coeff. di deformazione differita	<b>F =</b>	<b>1.5</b>	
<b>Deformazione assoluta</b>	<b>Δd =</b>	<b>18.33</b>	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	<b>δ =</b>	<b>2.910</b>	%
<b>Tubazione verificata</b>			

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	<b>DN =</b>	<b>630</b>	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	<b>SN =</b>	<b>8</b>	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	<b>E<sub>m</sub> =</b>	<b>150000</b>	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	<b>Corrugato</b>		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	<b>B =</b>	<b>1.000</b>	m
Altezza sull'estradosso	<b>H =</b>	<b>3.00</b>	m
Tipologia del terreno indisturbato	<b>Terreno misto compatto</b>		
Tipologia del terreno di rinfianco	<b>Terreno misto compatto</b>		
Peso specifico rinterro	<b>γ<sub>t</sub> =</b>	<b>20</b>	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	<b>φ =</b>	<b>35</b>	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	<b>μ =</b>	<b>0.70</b>	°
Angolo di supporto	<b>2α =</b>	<b>0</b>	°
Tipo di compattazione	<b>Alta</b>		
Modulo di elasticità terreno	<b>E<sub>t</sub> =</b>	<b>14000</b>	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	<b>h =</b>	<b>0</b>	m
Peso specifico sommerso del riempimento	<b>γ' =</b>	<b>16.4</b>	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>			
<b>Trincea stretta</b>			
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	<b>K<sub>a</sub> =</b>	<b>0.271</b>	
Coeff. di carico statico	<b>χ =</b>	<b>1.791</b>	
Carico idrostatico	<b>Q<sub>idr</sub> =</b>	<b>0.000</b>	kN/m
<b>Carico statico</b>	<b>Q<sub>st</sub> =</b>	<b>22.567</b>	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
<b>HT60</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	<b>P =</b>	<b>100</b>	kN/ruota
Coeff. dinamico	<b>ω =</b>	<b>1.1</b>	
Tensione dinamica	<b>σ<sub>z</sub> =</b>	<b>16.734</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	<b>Q<sub>d</sub> =</b>	<b>11.597</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	<b>Q =</b>	<b>34.164</b>	kN/m
Coeff. di sottofondo	<b>K =</b>	<b>0.121</b>	
Coeff. di deformazione differita	<b>F =</b>	<b>1.5</b>	
<b>Deformazione assoluta</b>	<b>Δd =</b>	<b>6.75</b>	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	<b>δ =</b>	<b>1.072</b>	%
<b>Tubazione verificata</b>			

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	<b>DN =</b>	<b>800</b>	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	<b>SN =</b>	<b>8</b>	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	<b>E<sub>m</sub> =</b>	<b>150000</b>	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	<b>Corrugato</b>		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	<b>B =</b>	<b>1.100</b>	m
Altezza sull'estradosso	<b>H =</b>	<b>0.60</b>	m
Tipologia del terreno indisturbato	<b>Terreno misto compatto</b>		
Tipologia del terreno di rinfiaccio	<b>Terreno misto compatto</b>		
Peso specifico rinterro	<b>γ<sub>t</sub> =</b>	<b>20</b>	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	<b>φ =</b>	<b>35</b>	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	<b>μ =</b>	<b>0.70</b>	°
Angolo di supporto	<b>2α =</b>	<b>0</b>	°
Tipo di compattazione	<b>Alta</b>		
Modulo di elasticità terreno	<b>E<sub>t</sub> =</b>	<b>14000</b>	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	<b>h =</b>	<b>0</b>	m
Peso specifico sommerso del riempimento	<b>γ' =</b>	<b>16.4</b>	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>			
<b>Trincea larga</b>			
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	<b>K<sub>a</sub> =</b>	<b>0.271</b>	
Coeff. di carico statico	<b>χ =</b>	<b>0.493</b>	
Carico idrostatico	<b>Q<sub>idr</sub> =</b>	<b>0.000</b>	kN/m
<b>Carico statico</b>	<b>Q<sub>st</sub> =</b>	<b>9.600</b>	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
<b>HT60</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	<b>P =</b>	<b>100</b>	kN/ruota
Coeff. dinamico	<b>ω =</b>	<b>1.5</b>	
Tensione dinamica	<b>σ<sub>z</sub> =</b>	<b>90.114</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	<b>Q<sub>d</sub> =</b>	<b>108.137</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	<b>Q =</b>	<b>117.737</b>	kN/m
Coeff. di sottofondo	<b>K =</b>	<b>0.121</b>	
Coeff. di deformazione differita	<b>F =</b>	<b>1.5</b>	
<b>Deformazione assoluta</b>	<b>Δd =</b>	<b>23.28</b>	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	<b>δ =</b>	<b>2.910</b>	%
<b>Tubazione verificata</b>			