

## NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

Adeguamento del sistema  
A7 - A10 - A12

Lotto 1B - Opere propedeutiche - Secondo stralcio

### PROGETTO ESECUTIVO

#### DG - DOCUMENTAZIONE GENERALE

#### IDRAULICA

#### IDRAULICA DI PIATTAFORMA

#### RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Paolo De Paoli  
Ord. Ingg. Pavia n.1739  
RESPONSABILE IDROLOGIA  
E IDRAULICA

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Michele Pastorino  
Ord. Ingg. Savona N. A1104

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Orlando Mazza  
Ord. Ingg. Pavia N. 1496

PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI

#### CODICE IDENTIFICATIVO

ORDINATORE

RIFERIMENTO PROGETTO

RIFERIMENTO DIRETTORIO

RIFERIMENTO ELABORATO

00

Codice Commessa  
110721

Lotto, Sub-Prog.  
Cod. Appalto  
LL1B

Fase  
PE

Capitolo  
DG

Paragrafo  
IDR

W B S  
00000

Parte d'opera  
00000

Tip.  
R

Disciplina  
I

Progressivo  
D

Rev.  
R

0004

- 1

SCALA  
-



PROJECT MANAGER:

Ing. Sara Frisiani  
Ord. Ingg. Genova N. 9810A

REDATTO:

SUPPORTO SPECIALISTICO:

VERIFICATO:

REVISIONE

n.	data
0	GIUGNO 2018
1	NOVEMBRE 2018
2	-
3	-
4	-

VISTO DEL COMMITTENTE



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Alberto Selleri

VISTO DEL CONCEDENTE



**Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**  
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE  
STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

## Sommario

<b>INDICE DELLE FIGURE</b> .....	3
1 PREMESSA.....	4
2 INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	5
2.1 Normativa nazionale.....	5
2.2 Normativa regionale.....	7
3 IDROLOGIA.....	8
3.1 Tempi di ritorno.....	10
4 Descrizione della rete di drenaggio.....	11
5 RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE.....	12
5.1 Requisiti prestazionali.....	12
5.2 Schema generale di drenaggio.....	13
6 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE.....	15
6.1 Afflussi meteorici.....	15
6.2 Valutazione della portata al colmo.....	15
6.3 Metodologia di verifica idraulica.....	16
6.3.1 Dimensionamento degli elementi di raccolta.....	16
6.3.2 Dimensionamento degli elementi di convogliamento.....	17
6.4 Elementi di raccolta.....	18
6.4.1 Sistema di drenaggio in rilevato - Embrici.....	18
6.4.2 Cunetta triangolare CT1.....	18
6.4.3 Cunetta triangolare CT2.....	20
6.4.4 Canaletta grigliata continua.....	21
6.4.5 Caditoia grigliata in PEAD.....	23
6.4.6 Sistema di drenaggio in presenza di ponti e viadotti – caditoie grigliate puntuali.....	23
6.5 Elementi di convogliamento.....	23
6.5.1 Tubi in PEAD e PP.....	23
6.6 Verifica aquaplaning.....	27
7 PRESIDI IDRAULICI.....	29
7.1 Criteri Progettuali.....	30
7.2 Sistema di controllo.....	30
7.3 Dimensionamento.....	30
7.3.1 Volume Utile.....	31
7.3.2 Disoleatore.....	32
7.4 Accorgimenti gestionali.....	32
8 RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE IN GALLERIA.....	34

8.1	Requisiti prestazionali .....	34
8.2	Schemi di drenaggio .....	34
9	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE DI GALLERIA .....	36
9.1	Valutazione della portata al colmo .....	36
9.2	Metodologia di verifica idraulica .....	36
9.2.1	Dimensionamento degli elementi di raccolta e convogliamento .....	36
9.2.2	Dimensionamento degli elementi di raccolta in corrispondenza dei bypass .....	37
10	PRESIDI GALLERIE .....	39
10.1	Descrizione e Principi di funzionamento.....	40
11	COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	41
12	ALLEGATO 1: Risultati delle verifiche idrauliche .....	42
12.1	Elementi Marginali (WBS A1 - S2) .....	43
12.2	Elementi Marginali (WBS S3-S4-S5-S6) .....	45
12.3	Elementi Marginali (WBS S1).....	49
12.4	Verifica dei collettori (WBS A1 e S2).....	51
12.5	Verifica dei collettori (WBS S3-S4-S5-S6).....	57
12.6	Verifica dei collettori: Lotto 8 - (WBS S1) .....	61
13	ALLEGATO 2: VERIFICHE DEFORMAZIONI COLLETTORI IN PEAD .....	63

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 2.1 – Curve di possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora	9
Figura 2.2 – Curve di possibilità pluviometrica per durate superiori all'ora	10
Figura 4.1 - Ciclo idrologico dalla precipitazione al deflusso nel ricettore finale.	12
Figura 5-1: Dimensioni dello scarico ad embrici.	18
Figura 5-2: Dimensioni della cunetta triangolare CT1 (in cm).	19
<i>Figura 5.3 – Portata massima transitante per cunetta triangolare CT1 in funzione della pendenza longitudinale</i>	19
<i>Figura 5.4 – Dimensioni della cunetta triangolare CT2 (in cm)</i>	20
<i>Figura 5.5 – Portata massima transitante per cunetta triangolare CT2 in funzione della pendenza longitudinale</i>	21
Figura 5-6: Dimensioni della canaletta grigliata in PEAD..	21
<i>Figura 5.7 – Portata massima transitante per canaletta grigliata in Pead in funzione della pendenza longitudinale</i>	22
Figura 5-8: Portata massima transitante per collettori circolari in PEAD e PP di diametro 400 e 500 mm	24
Figura 5-9: Portata massima transitante per collettori circolari in PEAD e PP di diametro 630 e 800 mm.	25
Figura 5-10: Portata massima transitante per collettori circolari in PEAD e PP di diametro 1000 e 1200 mm	26
Figura 5-11: Particolare Trincea di posa tubi.	26

## 1 PREMESSA

La presente relazione si riferisce al dimensionamento del sistema di drenaggio di piattaforma del Lotto 1B del progetto esecutivo dell'intervento di adeguamento del sistema autostradale A7 – A10 – A12 nell'area genovese.

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo collegamento autostradale di interconnessione tra la A10 Genova – Ventimiglia, A26 Genova – Gravelona Toce, la A7 Milano – Genova e la A12 Genova – Livorno. Tale collegamento comprende tratti autostradali che si sviluppano all'aperto, in viadotto e in galleria.

## 2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

### 2.1 Normativa nazionale

Di seguito vengono riportate le principali leggi nazionali specifiche all'ambito di interesse, accompagnate da un breve stralcio descrittivo.

#### L. 319/76 (Legge Merli)

Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

La legge sancisce l'obbligo per le Regioni di elaborare il Piano di risanamento delle acque.

#### L. 431/85 (Legge Galasso)

Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.

#### L. 183/89

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.

Scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi (art. 1 comma 1).

Vengono inoltre individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione (art. 3); vengono istituiti il Comitato Nazionale per la difesa del suolo (art. 6) e l'Autorità di Bacino (art. 12).

Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale (artt. 13, 14, 15, 16) e date le prime indicazioni per la redazione dei Piani di Bacino (artt. 17, 18, 19).

#### DL 04-12-1993 n° 496

Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione della Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente. (Convertito con modificazioni dalla L. 61/94).

#### L. 36/94 (Legge Galli)

Disposizioni in materia di risorse idriche.

#### DPCM 4/3/96

Disposizioni in materia di risorse idriche (direttive di attuazione della Legge Galli).

#### DLgs 152/99

Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento.

#### DLgs 152/2006

Ha riorganizzato le Autorità di bacino introducendo i distretti idrografici. Tale Decreto legislativo disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche. Istituisce i distretti idrografici nei quali sarà istituita l'Autorità di bacino distrettuale, che va a sostituire la o le Autorità di Bacino previste dalla legge n. 183/1989. In forza del recente d.lgs 8 novembre 2006, n. 284, nelle more della costituzione dei distretti idrografici di cui al Titolo II della Parte terza del d.lgs. 152/2006 e della revisione della relativa disciplina legislativa con un decreto legislativo correttivo, le Autorità di Bacino di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183, sono prorogate fino alla data di entrata in vigore del decreto correttivo che, ai sensi dell'articolo 1, comma 6, della legge n. 308 del 2004, definisca la relativa disciplina. Fino alla data di entrata in vigore del decreto legislativo correttivo di cui al comma 2-bis dell'articolo 170 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, come inserito dal comma 3, sono fatti salvi gli atti posti in essere dalle Autorità di Bacino dal 30 aprile 2006.

Inoltre l'articolo 113 del medesimo Decreto legislativo, stabilisce, in materia di controllo dell'inquinamento prodotto dal dilavamento delle acque meteoriche, che "...le regioni disciplinano:..b) i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque di dilavamento ...siano sottoposte a particolari prescrizioni..", art. 113 comma 1, e che "... i casi in cui può essere richiesto.. siano convogliate e opportunamente trattate.. in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento da superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose..", art. 113 comma 3.

#### DM 14/01/2008

*"Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"* Il decreto si compone di due articoli e precisamente dell'articolo 1 con cui viene approvato il testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni ad eccezione delle tabelle 4.4.III e 4.4.IV e del Capitolo 11.7. Le nuove norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 settembre 2005.

Nel paragrafo 5.1.7.4, denominato "Smaltimento dei liquidi provenienti dall'impalcato", si prescrive che: "... il progetto del ponte deve essere corredato dallo schema delle opere di convogliamento e di scarico. Per opere di particolare importanza, o per la natura dell'opera stessa o per la natura dell'ambiente circostante, si deve prevedere la realizzazione di un apposito impianto di depurazione e/o decantazione."

Successivamente con il DM 06/05/2008 "Integrazioni al decreto 14 gennaio 2008" sono stati approvati il capitolo 11.7 e le tabelle 4.4.III e 4.4.IV del testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni allegato al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

#### Decreto n. 131 del 16/06/2008

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto. (GU n. 187 del 11/08/2008 - Suppl. Ordinario n. 189)

#### Decreto n. 56 del 14/04/2009

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante Norme in materia

ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo" (GU n.124 del 30/05/2009 - Suppl. Ordinario n. 83)

## 2.2 Normativa regionale

Regolamento regionale 10 luglio 2009 n°4 - Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di lavaggio di aree esterne (Legge regionale 28 ottobre 2008, n.39).

L'Articolo 5 riporta:” *(Immissioni delle acque meteoriche di dilavamento provenienti da opere e interventi soggetti alle procedure di VIA)*

*1. Le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento provenienti da opere e interventi soggetti alle procedure di valutazione di impatto ambientale sono soggette, ove necessario, alle prescrizioni dettate dal provvedimento con cui l'autorità competente rende il giudizio di compatibilità' ambientale.*

L'art. 7. (Ambito di applicazione), riporta:

*1. La formazione, il convogliamento, la separazione, la raccolta, il trattamento e l'immissione nel recapito finale delle acque di prima pioggia e di lavaggio sono soggetti alle disposizioni del presente Capo qualora provengano dalle superfici scolanti di insediamenti ed installazioni in cui si svolgono o siano insediati:*

*a) le attività di cui all'Allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59 (Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento);*

Tra le attività riportate in tale allegato non si fa riferimento alle acque di dilavamento delle superfici stradali/autostradali.

Dalla disamina normativa emerge che, in Regione Liguria le acque di dilavamento delle superfici stradali non sono, in linea generale, vincolate a trattamenti di tipo qualitativo prima dello scarico nei ricettori finali ma per le opere soggette a valutazione di impatto ambientale esse sono soggette alla prescrizioni dettate dall'autorità competente in tale fase.

### 3 IDROLOGIA

Nell'ambito del progetto esecutivo si è proceduto ad una rivalutazione del regime pluviometrico intenso della zona. Ridefinendo le curve di possibilità pluviometrica valide per la zona esaminata e ottenute statisticamente da registrazione pluviografiche disponibili.

I dati meteorici analizzati sono stati assunti dagli Annali Idrologici negli anni compresi tra il 1932 fino al 2007 e consultabili sui siti della Regione Liguria e dell'ISPRA. I dati elaborati sono quelli osservati alla Stazione di Genova Università, integrati in alcuni casi per i tempi di pioggia inferiore ad 1 ora con i dati della vicina stazione di Genova Castellaccio, in particolare nel periodo 2004-2010. Dal 1994 al 2003 non vi sono rilevazioni di dati. I dati analizzati sono riportati all'interno della Sezione B "Pluviometria" della Parte Prima degli Annali Idrologici e fanno riferimento sia alle precipitazioni di massima intensità (Tabella III) sia alle precipitazioni di notevole intensità e breve durata registrate ai pluviografi (Tabella V).

La previsione quantitativa delle piogge nell'area di interesse è stata realizzata attraverso la determinazione della curva di possibilità pluviometrica individuante la relazione che intercorre tra il tempo di pioggia (t) e l'altezza d'acqua piovuta (h), secondo la seguente formulazione:

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

In particolare i dati sono stati selezionati ed analizzati con la metodologia di Gumbel, ottenendo valori di "a" ed "n" riportati nelle tabelle sottostanti:

Tempo di Ritorno [anni]	a	n
5	67.229	0.588
10	81.973	0.596
20	96.106	0.601
25	100.59	0.603
30	104.23	0.604
50	114.39	0.607
100	128.09	0.609
200	141.73	0.612
500	159.73	0.614

Tabella 3.1 - Tempo di pioggia < 1 ora - valori di "a" ed "n" al variare di TR

Tempo di Ritorno [anni]	a	n
5	66.962	0.369
10	81.671	0.376
20	95.777	0.381
25	100.25	0.382
30	103.89	0.383

Tempo di Ritorno [anni]	a	n
50	114.03	0.385
100	127.71	0.388
200	141.34	0.390
500	159.32	0.392

Tabella 3.2 - Tempo di pioggia > 1 ora - valori di "a" ed "n" al variare di TR

Nelle figure seguenti si riporta l'andamento delle curve di possibilità pluviometrica espresse dalle relazioni sopra per durate inferiori e superiori all'ora.

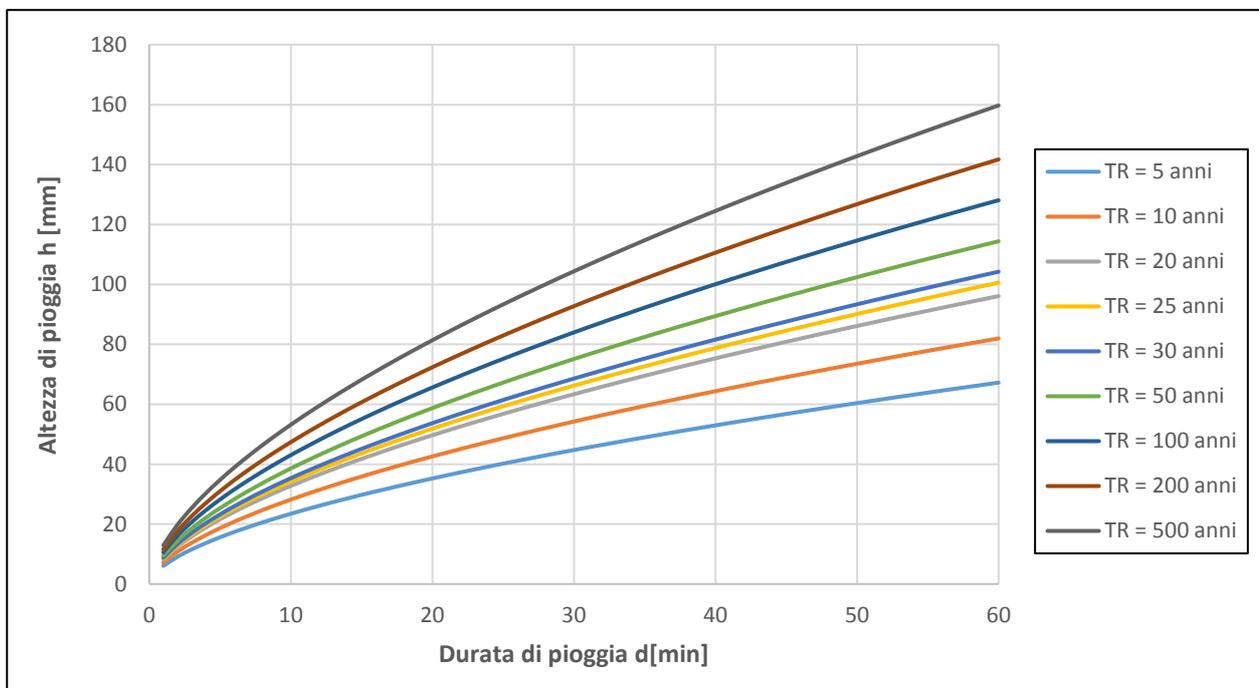


Figura 3.1 – Curve di possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora

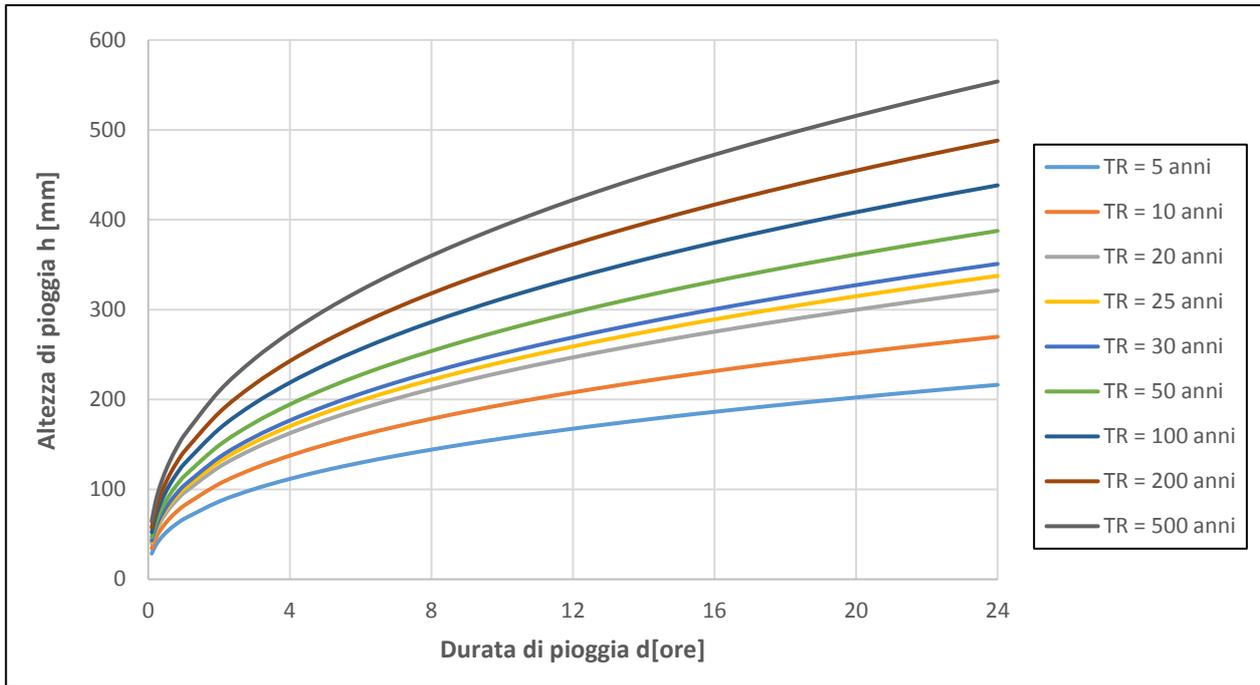


Figura 3.2 – Curve di possibilità pluviometrica per durate superiori all'ora

### 3.1 Tempi di ritorno

Il dimensionamento delle opere è stato fatto per eventi meteorici con adeguato tempo di ritorno:

- Il sistema di drenaggio di piattaforma è stato dimensionato con **tempo di ritorno 25 anni**;
- Gli elementi di convogliamento e raccolta e i presidi idraulici sono stati invece dimensionati con **tempo di ritorno pari a 50 anni**.

## 4 DESCRIZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un nuovo collegamento autostradale di interconnessione che si sviluppa principalmente in galleria, mentre in corrispondenza dei tratti all'aperto si sviluppa in viadotto.

Al fine di assicurare lo smaltimento delle acque afferenti in piattaforma (venute in galleria, acque meteoriche, sversamenti accidentali) sono stati definiti due sistemi di drenaggio distinti, il primo relativo ai tratti all'aperto, il secondo relativo ai tratti in galleria. Entrambi sono dei sistemi di tipo chiuso ma caratterizzati da sistemi di trattamento diversificati che verranno approfonditamente descritti e dimensionati nei capitoli che seguono.

## 5 RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE

Il sistema di drenaggio deve consentire la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad essa afferenti ed il loro trasferimento fino al recapito, quest'ultimo costituito da rami di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, purchè compatibili dal punto di vista quali-quantitativo. Prima del trasferimento al recapito naturale è previsto il convogliamento delle acque in punti di controllo, ossia presidi idraulici, per effettuare un trattamento quali-quantitativo.

Il ciclo completo, dalla precipitazione che ricade sulla piattaforma al deflusso negli elementi di raccolta, al trasferimento al ricettore finale è schematizzato nella seguente figura.

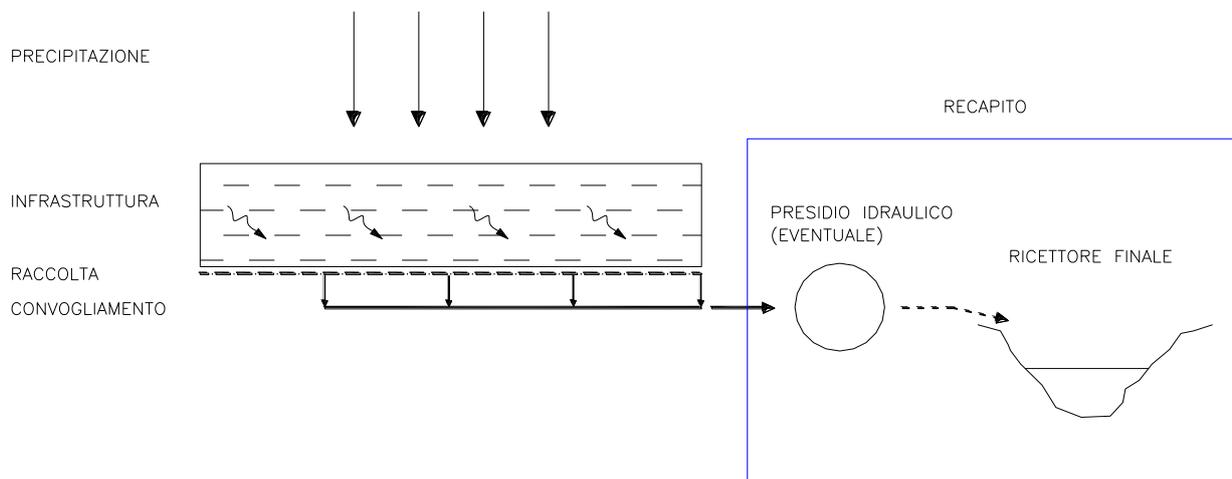


Figura 5.1 - Ciclo idrologico dalla precipitazione al deflusso nel ricettore finale.

Il sistema di drenaggio utilizzato è un sistema di tipo chiuso ossia un sistema in cui il recapito delle acque di piattaforma consiste in un presidio idraulico adibito al trattamento e al rilascio delle stesse, compatibilmente con i vincoli normativi vigenti e prevede:

- la raccolta delle acque meteoriche ricadenti sulla piattaforma stradale in modo separato rispetto alle acque esterne che vengono indirizzate direttamente al recapito;
- il convogliamento delle acque di piattaforma tramite collettori o tramite fossi di guardia al piede opportunamente impermeabilizzati in modo che l'acqua non s'infiltri nel terreno (fossi rivestiti in CLS) verso il presidio idraulico;
- un presidio idraulico con funzioni di trattamento quali-quantitativo prima dello scarico nel ricettore finale.

### 5.1 Requisiti prestazionali

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione stradale deve soddisfare tre requisiti fondamentali:

- garantire, ai fini della sicurezza degli utenti ed in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque meteoriche, evitando il formarsi di ristagni sulla pavimentazione stradale; questo è possibile assegnando alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale, come da norme vigenti, e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali e centrali rispetto alle carreggiate;
- convogliare le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito e, dove il sistema è di tipo "chiuso", tenerle separate dalle acque esterne che possono essere portate a recapito senza trattamento;
- garantire, ove richiesto dalla normativa vigente, un sistema di trattamento quali-quantitativo delle acque prima della loro immissione nel ricettore finale.

## 5.2 Schema generale di drenaggio

Il sistema di drenaggio è suddiviso in tre parti fondamentali:

- Elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario, possono essere elementi continui marginali alla carreggiata o discontinui, ad interassi dimensionati in modo da limitare i tiranti idrici in piattaforma garantendo la sicurezza degli utenti. Rientrano negli elementi di raccolta gli embrici, le cunette triangolari, le canalette grigliate e le caditoie grigliate.
- Elementi di convogliamento: rappresentano un sistema secondario, a valle degli elementi di raccolta. Gli elementi del sistema primario scaricano nel sistema secondario; si garantisce così la funzionalità del sistema primario e si evitano rigurgiti in piattaforma ottimizzando la sicurezza dell'infrastruttura. Gli elementi di convogliamento sono costituiti da canalizzazioni a cielo aperto (fossi rivestiti e non) e da collettori in genere. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i recapiti.
- Elementi di recapito: sono individuati in funzione della vulnerabilità, a seguito di studi specialistici per le acque sotterranee e superficiali, possono essere diretti (raramente) o nella stragrande maggioranza dei casi presidiati. Sono individuati nei corsi d'acqua naturali, nei canali irrigui e nei fossi di scolo della viabilità esistente.

Il tipo di elemento di raccolta da prevedere sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione che viene considerata. Le sezioni si possono suddividere in due macro categorie: sezione corrente dell'infrastruttura e sezioni singolari (aree di servizio, di esazione, ecc.) non presenti nell'intervento in oggetto. La sezione corrente dell'infrastruttura si divide a sua volta, per caratteri costruttivi, in:

- sezione in rilevato;
- sezione in trincea;
- sezione in viadotto;
- sezione in galleria.

Inoltre, il sistema di drenaggio, a seconda della pendenza trasversale della piattaforma stradale, si può schematizzare in:

- drenaggio marginale, nei tratti in cui la raccolta delle acque avviene in corsia di emergenza (esterno della carreggiata);

- drenaggio centrale, nei tratti in cui la raccolta delle acque avviene in corrispondenza della corsia di sorpasso (interno della carreggiata).

Di seguito si riporta la tabella di riferimento del sistema di drenaggio adottato:

Tabella 5-1: Schema generale del sistema di drenaggio adottato.

Tipo di drenaggio	Sezione autostradale	Elemento di drenaggio
centrale	trincea / rilevato	canaletta grigliata con scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante
marginale	trincea	cunetta triangolare con scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante
	rilevato	embrici, caditoie e canalette grigliate con scarico ad intervalli regolari nel fosso al piede o nella tubazione sottostante
	rilevato con barriera fonoassorbente	caditoie, canalette grigliate con scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante
	rilevato con muro di sostegno o terra armata	caditoie, canalette grigliate con scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante
centrale / marginale	galleria artificiale	caditoie sifonate con scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante
	galleria naturale	caditoie sifonate con scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante
	viadotto	caditoie con griglia a passo calcolato scarico in tubazione sottostante/ canale rettangolare in acciaio

## 6 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE

### 6.1 Afflussi meteorici

Il sistema di drenaggio di piattaforma (elementi di raccolta) è stato dimensionato per eventi con **tempo di ritorno venticinquennale** (TR=25 anni), mentre gli elementi di convogliamento e trattamento sono stati dimensionati per eventi con **tempo di ritorno cinquantennale** (TR=50 anni).

Come curva di possibilità pluviometrica è stata scelta quella con una legge a due parametri del tipo:

$$h = a t^n$$

dove:

- ***h*** è l'altezza di pioggia;
- ***a*** e ***n*** sono i due parametri della curva, dipendenti dal tempo di ritorno;
- ***t*** è la durata della pioggia.

La rete è stata dimensionata per una durata dell'evento di pioggia inferiore all'ora e pertanto i valori dei parametri della curva sono:

- ***a* = 100.59 e *n* = 0.603 per Tr=25 anni;**
- ***a* = 114.39 e *n* = 0.607 per Tr=50 anni.**

### 6.2 Valutazione della portata al colmo

La forzante idraulica agente in ciascuna sezione di calcolo è stata determinata applicando il metodo razionale. Tale metodo consente di valutare la massima portata al colmo mediante la seguente espressione:

$$Q_{max} = \varphi \cdot i \cdot S$$

In cui  $\varphi$  è il coefficiente di deflusso della piattaforma posto uguale ad 1,  $i$  è l'intensità di pioggia calcolata per il tempo di ritorno di progetto e  $A$  è la superficie scolante.

Tale metodo si basa sulle seguenti ipotesi:

- gocce di pioggia cadute contemporaneamente in luoghi diversi del bacino, arrivano alla sezione di chiusura in tempi diversi;
- il contributo di ogni singolo punto del bacino alla portata di piena è direttamente proporzionale all'intensità di pioggia caduta in quel punto per il tempo necessario al raggiungimento della sezione di chiusura da parte del contributo stesso;
- tale tempo è caratteristico di ogni singolo punto e rimane costante per tutta la durata del fenomeno pluviometrico.

Ne consegue che le massime portate al colmo si ottengono per tempi di pioggia pari al tempo di concentrazione determinati alla sezione di chiusura in esame.

Trascurando il tempo di percorrenza dell'elemento da dimensionare si ha che il tempo di corrivazione è pari al tempo di afflusso da una falda piana che è dato dalla seguente formula:

$$t_a = t_c = 3.26(1.1 - \varphi) \frac{L_{eff}^{0.5}}{j^{1/3}}$$

dove:

$j = \sqrt{j_l^2 + j_t^2}$  pendenza della strada lungo la linea di corrente ( $j_l$  pendenza longitudinale;  $j_t$  pendenza trasversale);

$L_{eff} = b \left[ 1 + \left( \frac{j_l}{j_t} \right)^2 \right]^{1/2}$  lunghezza del percorso dell'acqua prima di raggiungere le canalizzazioni a lato della carreggiata.

Si è comunque imposto un tempo di corrivazione minimo di 3 minuti poiché per tempi molto brevi la curva dell'intensità di pioggia a due parametri tende all'infinito, fornendo risultati non realistici.

La riduzione dell'afflusso ( $\varphi$ ) alle rete si considera dovuta principalmente a impermeabilità e ritardo, che variano a seconda della densità delle costruzioni e della topografia della zona.

Se esistono  $n$  bacini tributari di area  $A_i$  sarà:

$$\varphi = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Nel caso in esame è stato adottato un coefficiente di deflusso  $\varphi$  pari a 1 per la superficie pavimentata e pari a 0,6 per i versanti.

### 6.3 Metodologia di verifica idraulica

La metodologia di dimensionamento idraulico si differenzia se stiamo considerando gli elementi di raccolta o quelli di convogliamento.

#### 6.3.1 Dimensionamento degli elementi di raccolta

La raccolta dell'acqua di piattaforma può essere effettuata con elementi continui, longitudinali alla carreggiata, o discontinui ad interassi dimensionati per soddisfare in modo corretto la loro funzione che è quella di limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità, per garantire la dovuta sicurezza del sistema infrastruttura.

Il dimensionamento avviene in maniera diversa se si stanno considerando gli elementi di raccolta continui (longitudinali alla carreggiata) o quelli discontinui (elementi puntuali).

Nel primo caso si dimensionano gli interassi dei pozzetti di scarico calcolando la portata massima smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana (superficie autostradale scolante) per unità di lunghezza.

Quest'ultima è data dalla formula:

$$q_0 = \varphi b i = \varphi b a t^{n-1}$$

con  $b$  larghezza della falda,  $\varphi$  coefficiente di deflusso ed  $i$  intensità di pioggia.

Per il calcolo della durata dell'evento di progetto vale quanto detto nel paragrafo precedente e si assume comunque un tempo di corrivazione minimo non inferiore ai 3 minuti.

Il rapporto tra la massima portata convogliabile nell'elemento e la massima portata defluente per unità di larghezza definisce l'interasse massimo tra i pozzetti di scarico.

Il dimensionamento dell'interasse degli elementi puntuali si ottiene facendo il rapporto tra la portata massima transitante in un'ipotetica canaletta triangolare delimitata dal manto stradale e dal cordolo, e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza ( $q_0$ ).

### 6.3.2 Dimensionamento degli elementi di convogliamento

Il dimensionamento degli elementi di convogliamento è fatto facendo il confronto tra la portata transitante e quella massima ammissibile dall'elemento in questione. Anche in questo caso la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Quest'ultimo in questo caso è pari alla somma del tempo di afflusso (dato dalla formula vista nel paragrafo precedente) e del tempo di traslazione ( $t_r$ ) lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo ("asta principale"). Il tempo di traslazione si ottiene quindi dalla formula:

$$t_r = \sum_{i=1}^N \frac{l_i}{v_i}$$

dove:

$N$  = numero dei tronchi della rete a monte della generica sezione, facenti parte dell'asta principale;

$l_i$  = lunghezza del tronco  $i$ -esimo;

$v_i$  = velocità nel tronco  $i$ -esimo.

Il moto all'interno della rete si descrive adottando uno schema di moto uniforme. In particolare si utilizza la formula di Chézy per ottenere le scale di deflusso:

$$Q = \chi A \sqrt{R j} = k \frac{A^{5/3}}{C^{2/3}} \sqrt{j}$$

dove:

$Q$  portata di dimensionamento della canalizzazione ( $m^3/s$ );

$k = 1/n$  coefficiente di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ );

$A$  area bagnata ( $m^2$ );

$C$  contorno bagnato (m);

$j$  pendenza media della condotta (m/m);

$$R = \frac{A}{C} \text{ raggio idraulico (m).}$$

Per ottenere la velocità di percorrenza del singolo tratto basta dividere la portata  $Q$  per l'area bagnata  $A$ .

Gli elementi inseriti sono verificati se il riempimento massimo  $GR_{max} \leq 80\%$ .

## 6.4 Elementi di raccolta

### 6.4.1 Sistema di drenaggio in rilevato - Embrici

Gli embrici vengono utilizzati nelle sezioni in rilevato quando il sistema di drenaggio è di tipo "aperto". L'utilizzo di questo elemento è sicuramente la soluzione meno costosa e più facile per la manutenzione (basta ripulire l'imbocco degli elementi). Il dimensionamento di questi elementi consiste nello stabilire l'interasse massimo in modo che l'acqua presente sulla strada transiti in un tratto delimitato dal cordolo definito al massimo pari alla larghezza della banchina ( $B$ = fascia allagata).

Per il calcolo della portata massima transitante nella banchina si è utilizzata la formula di Chézy ponendo come parametro di Strickler il valore di 70 ( $n = 0.0143$ ).

Si ha:

$$A = \frac{B^2 j_t}{2} \qquad C = B \left[ j_t + \frac{1}{\cos(\arctg j_t)} \right]$$

L'interasse massimo degli embrici è comunque stato posto pari a 30 m, non ritenendosi prudente superare tale valore mentre il minimo è stato posto pari a 10 m.

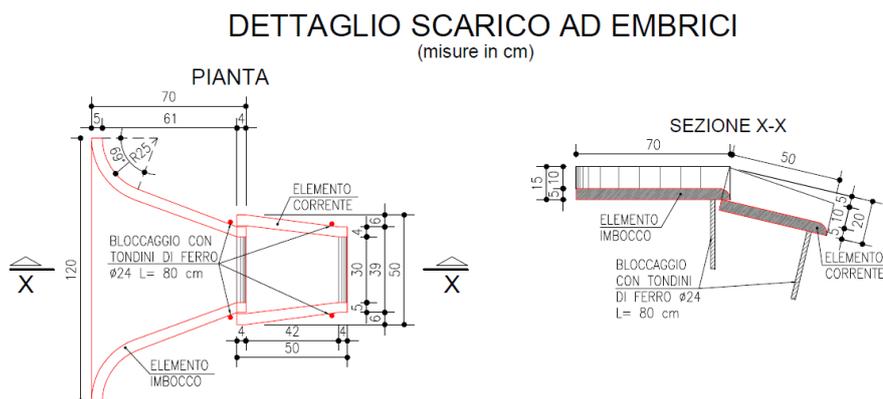


Figura 6-1: Dimensioni dello scarico ad embrici.

### 6.4.2 Cunetta triangolare CT1

La cunetta triangolare è utilizzata nei tratti in trincea per raccogliere l'acqua di piattaforma e quella di scarpata.

Quando la capacità di trasporto della cunetta triangolare si esaurisce, sotto di essa viene posto un collettore. Le dimensioni della cunetta triangolare sono riportate nella figura seguente.

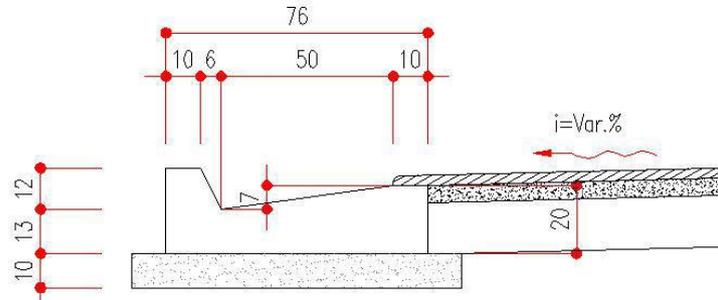


Figura 6-2: Dimensioni della cunetta triangolare CT1 (in cm).

La portata massima transitante è stata calcolata con la formula di Chézy avendo posto come parametro di Strickler il valore di 60 ( $n = 0.0167$ ).

Si è considerato un riempimento massimo pari a 11 cm, avendo considerato i 7 cm della cunetta più i 4 cm dello strato di usura. Si ottengono i seguenti valori:

$$A = 0.0405 \text{ m}^2 \quad C = 0.668 \text{ m} \quad Q_{sp} = 0.3751 \text{ m}^3/\text{s}$$

Il tratto massimo di strada che la cunetta triangolare è in grado di drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza ( $q_0$ ).

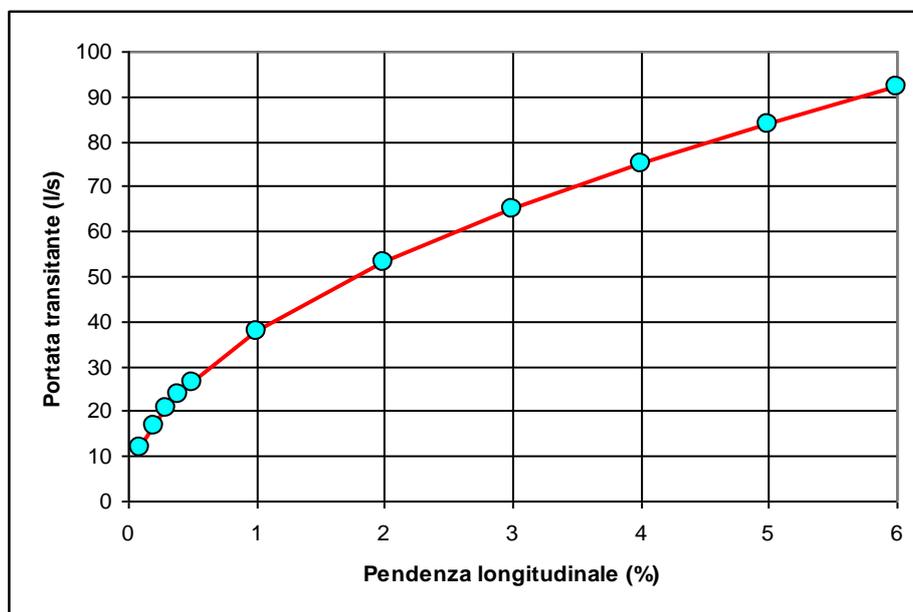


Figura 6.3 – Portata massima transitante per cunetta triangolare CT1 in funzione della pendenza longitudinale

### 6.4.3 Cunetta triangolare CT2

La cunetta triangolare viene utilizzata nei tratti in trincea o sotto i muri di controripa per raccogliere l'acqua di piattaforma e quella che scende dalla scarpata.

La cunetta viene utilizzata in trincea perché permette di depositarsi della terra che proviene dal versante durante gli eventi meteorici ed è facilmente ripulibile.

Quando la sua capacità di trasporto si esaurisce sotto di essa viene posto un collettore.

Le dimensioni della cunetta triangolare sono riportate nella figura seguente:

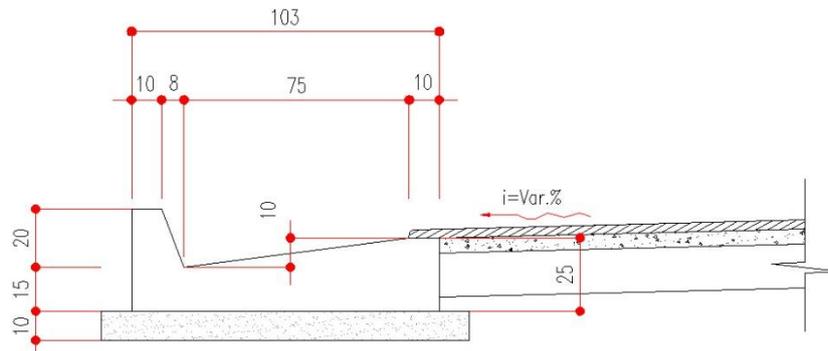


Figura 6.4 – Dimensioni della cunetta triangolare CT2 (in cm)

La portata massima transiente è calcolata con la formula di Chézy ponendo come parametro di Strickler il valore di 60 ( $n = 0.0167$ ).

Per il dimensionamento si considera un riempimento massimo pari a 14 cm, considerando i 10 cm della cunetta più i 4 cm dell'usura drenante.

Si ottengono i seguenti valori:

$$A = 0,0712 \text{ m}^2 \quad C = 0,9463 \text{ m} \quad Q_{sp} = 0,7613 \text{ m}^3 / \text{s}$$

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



Figura 6.5 – Portata massima transigente per cunetta triangolare CT2 in funzione della pendenza longitudinale

#### 6.4.4 Canaletta grigliata continua

La canaletta grigliata normalmente è stata prevista come elemento di raccolta centrale (lungo la corsia di sorpasso) nei tratti in rilevato.

Quando la canaletta raggiunge il riempimento massimo ammissibile, l'acqua viene mandata, tramite un pozzetto, ad un collettore in PEAD che viaggia parallelamente alla strada. Lo scarico dalla canaletta grigliata al collettore sottostante avviene tramite un discendente DN160 sempre in PEAD.

Il sistema di raccolta con canaletta grigliata e collettore sottostante è il più costoso dal punto di vista realizzativo, ma garantisce una tenuta idraulica perfetta ed impedisce che le acque di piattaforma si mescolino con quelle di versante. È quindi particolarmente indicato se si vogliono tutelare le aree di maggior pregio.

Dal punto di vista della manutenzione, la griglia impedisce l'ingresso nei collettori dei materiali grossolani. La canaletta è lavabile tramite rimozione della griglia ed utilizzo di una lancia a pressione. La canaletta è prefabbricata e realizzata in PEAD.

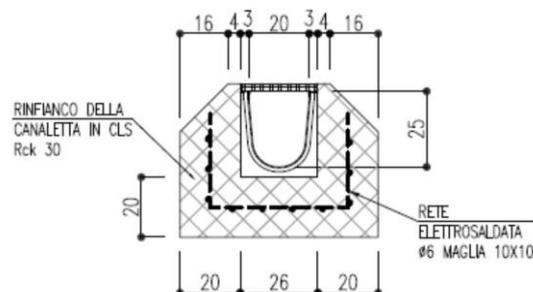


Figura 6-6: Dimensioni della canaletta grigliata in PEAD..

Per il dimensionamento si è posto un riempimento massimo di 20 cm sui 25 totali (80% circa). Con tale riempimento si ha che:

$$A = 0,0396 \text{ m}^2$$

$$C = 0,5744$$

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 ( $n = 0.0125$ ).

Si ottiene quindi una portata specifica pari a:  $Q_{sp} = 0,5326 \text{ m}^3 / \text{s}$

Il tratto massimo di autostrada che la canaletta riesce a drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza ( $q_0$ ).

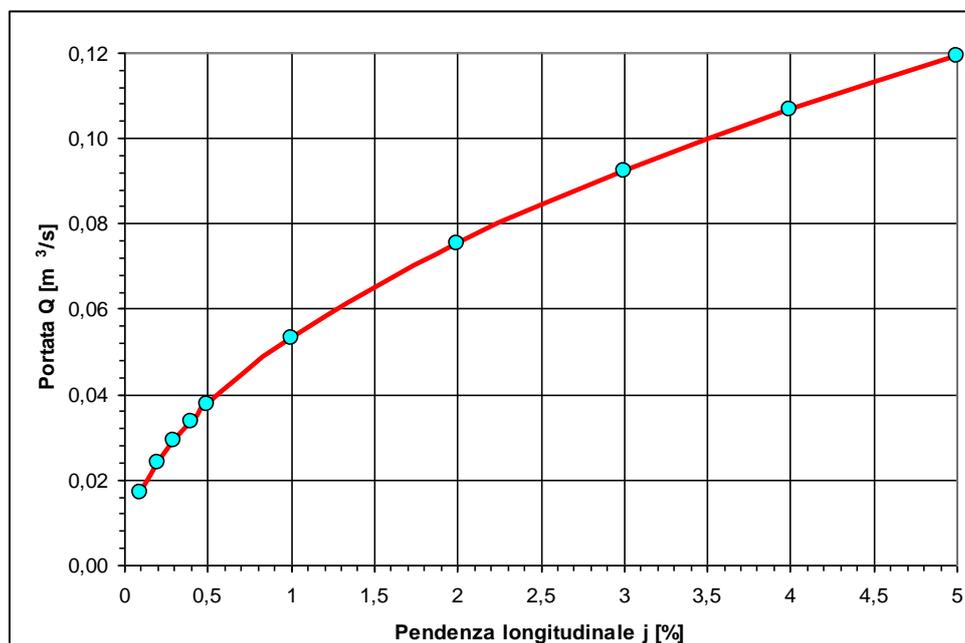


Figura 6.7 – Portata massima transitante per canaletta grigliata in Pead in funzione della pendenza longitudinale

La portata massima scaricabile dall'elemento idraulico è stata calcolata anche attraverso la portata effluente da una luce di fondo secondo la relazione:

$$Q = C_c A \sqrt{2gh_1}$$

Essendo  $C_q = 0.6$ ,  $A$  l'area della sezione 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. Il tratto massimo di autostrada che il discendente riesce a drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile (17,5 l/s) e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza ( $q_0$ ).

Il passo calcolato con questa seconda metodologia è sempre inferiore a quello calcolato in funzione del massimo riempimento della canaletta grigliata e quindi viene preso come passo per disporre i discendenti.

#### 6.4.5 Caditoia grigliata in PEAD

La caditoia grigliata in PEAD normalmente è stata prevista come elemento di raccolta marginale nei tratti in rilevato.

Non si utilizza lato spartitraffico e in caso di assenza della corsia di emergenza a causa della modesta larghezza della banchina.

Le caditoie grigliate sono costituite da tratti di canaletta grigliata in PEAD di lunghezza pari ad un metro con un discendente DN160 che scarica nel collettore sottostante. Per dimensionare il passo delle caditoie si effettua una doppia verifica. La prima è analoga a quella degli embrici precedentemente riportata; in pratica si determina il passo massimo delle caditoie in modo che l'ingombro del pavimentato da parte dell'acqua arrivi al massimo a 3 m (corsia di emergenza) tenendo conto anche dell'efficienza dell'elemento o comunque non superi la larghezza della banchina. La seconda verifica invece riguarda il discendente, cioè la portata captata dalla caditoia deve essere inferiore a quella che il discendente è in grado di smaltire. Come passo delle caditoie si pone il minore dei due, imponendo comunque un passo massimo pari a 20 m, non ritenendosi prudente superare tale valore.

I pozzetti di ispezione devono essere posti ad interasse pari a 50 m.

L'utilizzo della caditoia grigliata offre tutti i vantaggi della canaletta grigliata riducendo di molto i costi di realizzazione, sebbene rimangano maggiori di quelli degli embrici. La manutenzione è fatta in modo analogo a quella della canaletta continua, ma risulta meno agevole a causa della discontinuità del sistema.

#### 6.4.6 Sistema di drenaggio in presenza di ponti e viadotti – caditoie grigliate puntuali

Il drenaggio dei viadotti e dei cavalcavia viene realizzato tramite caditoie poste sul ciglio pavimentato, che scaricano nel collettore in PRFV ancorato all'intradosso dell'opera, di diametro minimo DN400. Solo nel caso particolare del viadotto Genova si è reso necessario l'utilizzo di un canale rettangolare in acciaio dimensionato anch'esso con l'80% di riempimento, in cui le acque di ruscellamento della piattaforma sono scaricate tramite scassi nel cordolo lunghi 50 cm ad interasse 5m.

Il dimensionamento del passo delle caditoie è fatto in modo analogo a quanto già detto per il dimensionamento del passo degli embrici. Per quanto riguarda i collettori in PRFV si è posto come parametro di Strickler il valore di 80 ( $n = 0.0125$ ).

### 6.5 Elementi di convogliamento

#### 6.5.1 Tubi in PEAD e PP

Quando gli elementi di raccolta raggiungono il riempimento massimo o quando viene raggiunto l'interasse massimo di scarico, essi scaricano nei collettori sottostanti. Sono stati utilizzati dei collettori in PEAD (Polietilene ad alta densità) SN 8 kN/m<sup>2</sup> conformi alla norma UNI 10968 (Pr EN 13476-1) per i tubi longitudinali alla viabilità, mentre collettori in PP (Polipropilene) SN 16 kN/m<sup>2</sup>

secondo EN ISO 9969, conformi alla norma UNI 10968, per gli attraversamenti trasversali che necessitano di una resistenza a schiacciamento maggiore essendo soggetti ai passaggi dei veicoli.

Per il dimensionamento si è considerato il diametro interno (riportato nella Tabella 6-1), identico per le due tipologie di tubi precedentemente citati, ed un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0,0125.

Tabella 6-1: Diametri interni collettori in PEAD SN8 kN/m<sup>2</sup> e in PP SN16 kN/m<sup>2</sup>

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

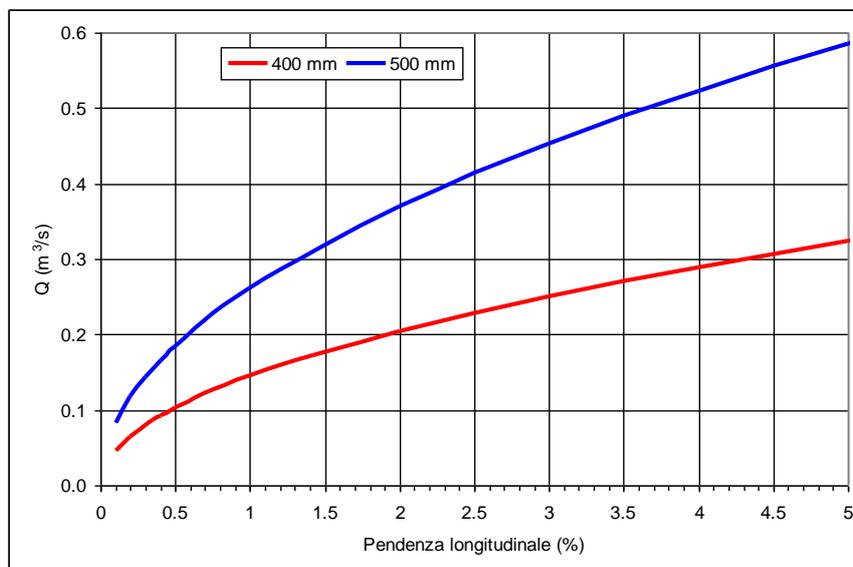


Figura 6-8: Portata massima transitante per collettori circolari in PEAD e PP di diametro 400 e 500 mm

Nel dimensionamento dei collettori si è utilizzata la pendenza stradale. 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 in modo da avere una velocità dell'acqua in grado di asportare eventuali sedimenti accumulatisi nel tempo.

E' stato considerato normalmente un ricoprimento minimo del tubo pari a 80 cm.

Per evitare che i collettori vadano in pressione si è considerato un riempimento massimo dell'80% corrispondente ad una portata di progetto avente tempo di ritorno di 50 anni.

Nelle figure Figura 6-8, Figura 6-10, Figura 6-11 sono riportate le portate massime smaltibili dai collettori in PEAD ed in PP considerando il riempimento massimo detto in precedenza.

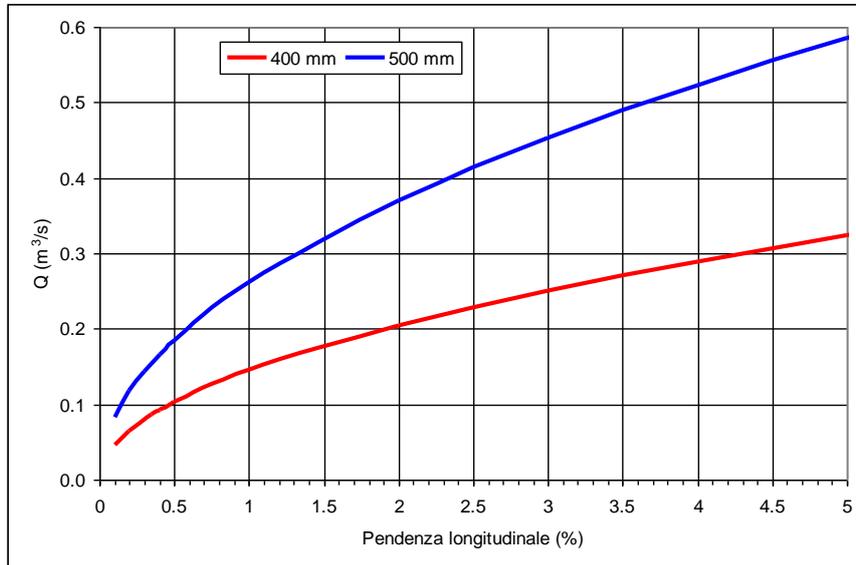


Figura 6-9: Portata massima transitante per collettori circolari in PEAD e PP di diametro 400 e 500 mm

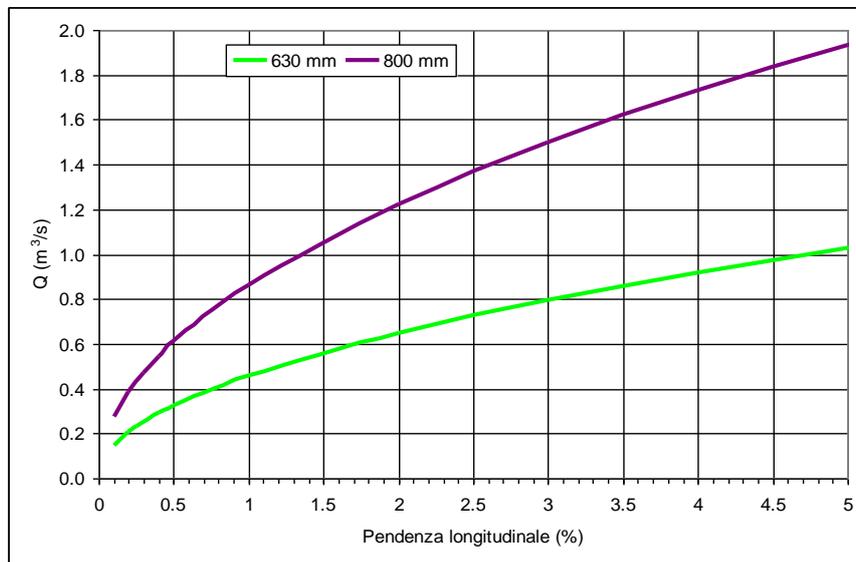


Figura 6-10: Portata massima transitante per collettori circolari in PEAD e PP di diametro 630 e 800 mm.

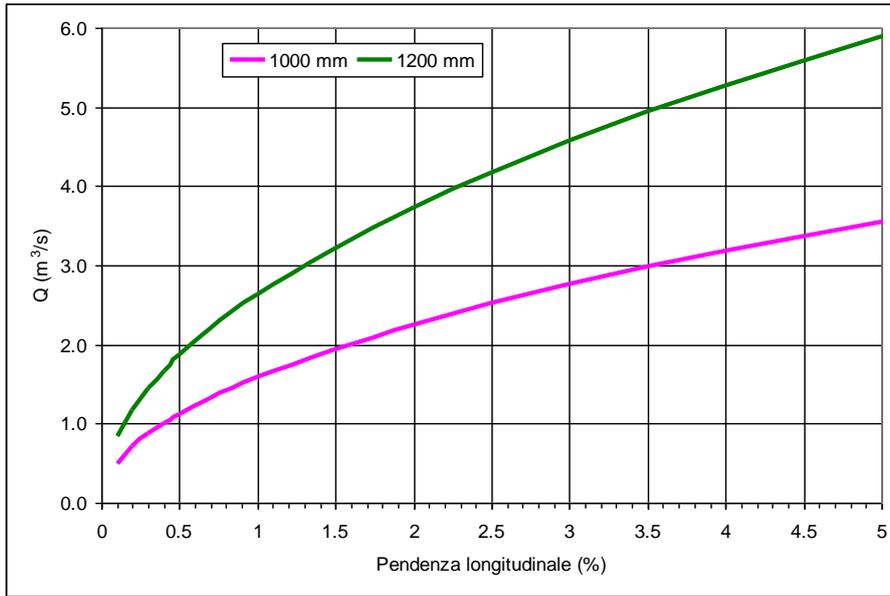


Figura 6-11: Portata massima transitante per collettori circolari in PEAD e PP di diametro 1000 e 1200 mm

Per consentire un'agevole manutenzione e pulizia dei tratti di collettore, si pone pari a 50 m l'interasse massimo tra due pozzetti. In caso di parziale occlusione, la condotta si può svuotare utilizzando una lancia a pressione.

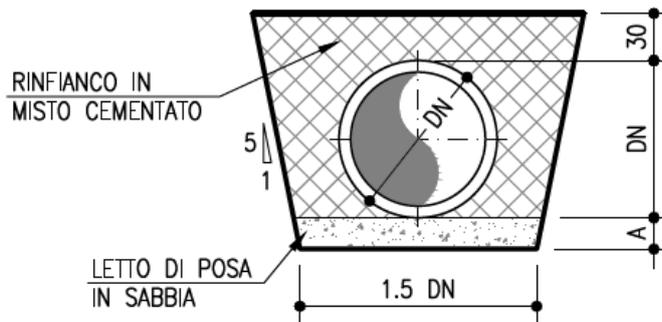


TABELLA DIMENSIONI TUBI PEAD e PP								
DN	DN250	DN315	DN400	DN500	DN630	DN800	DN1000	DN1200
A (cm)	10	10	10	15	15	20	25	25

Figura 6-12: Particolare Trincea di posa tubi.

## 6.6 Verifica aquaplaning

Il fenomeno dell'aquaplaning si può verificare in occasione di eventi meteorologici particolarmente intensi in grado di generare sulla piattaforma autostradale un velo idrico pericoloso per la sicurezza del traffico veicolare.

Nel presente progetto il rischio aquaplaning è da considerarsi trascurabile in quanto, per tutti gli assi autostradali, la pavimentazione stradale è dotata di asfalto drenante in grado di contenere entro valori di sicurezza l'altezza del velo idrico.

Per una maggiore cautela è stato comunque verificato se il massimo battente idrico sulla piattaforma sia smaltibile dalla pavimentazione drenante.

Per definire il massimo valore del velo idrico  $h_{max}$  scolante sulla piattaforma autostradale si è fatto riferimento alla seguente formula derivata da alcune esperienze condotte in Gran Bretagna dal Road Research Laboratory ["SurfaceWater Sewerage, 2nd Edition" Applied Science Publishers Ltd, Londra, Barlett R.E., 1981]:

$$h_{max} = 0.0474(L_p C_p)^{0.5} s_F^{-0.2} \quad [mm] \quad (1)$$

In cui:

C è il coefficiente di deflusso assunto pari a 1;

$p = at_{pc}^{n-1}$  è l'intensità di pioggia in mm/h (a espresso in mm/h<sup>n</sup>);

$s_F = (s_T^2 + s_L^2)^{0.5}$  è l'effettiva pendenza percorsa dalla corrente idrica ( $s_T$  è la pendenza trasversale,  $s_L$  è la pendenza longitudinale);

$L_p = L_0 [1 + (s_L/s_T)^2]^{0.5}$  è l'effettiva lunghezza percorsa dalla corrente idrica ( $L_0$  è la larghezza della piattaforma).

Il massimo battente idrico è stato calcolato per il tempo di ritorno di dimensionamento del sistema di drenaggio di piattaforma assunto pari a 25 anni ( $a = 100.59$  mm;  $n = 0.60$ ).

Cautelativamente si considera il tratto autostradale idraulicamente più sfavorevole di seguito caratterizzato:

$L_0 = 12.65$  m;

$s_L = 2.37\%$ ;

$s_T = 1.6\%$

$t_{pc} = 5.07$  min (durata della pioggia critica);

$p = 268.3$  mm/h.

Applicando la formula (1), si ottiene un massimo battente idrico teorico  $h_{max}$  di 7.5mm da considerarsi per pavimentazioni "chiuse" senza strato di usura drenante.

Le caratteristiche della pavimentazione drenante di progetto sono le seguenti:

- spessore di 4 cm;
- indice dei vuoti  $\geq 20\%$ .

Assumendo un metro quadrato di pavimentazione e cautelativamente un indice dei vuoti pari al 20% si ricava il volume complessivo dei vuoti ( $V_v$ ) dello strato d'usura; confrontando tale valore con il volume di pioggia ( $V_p$ ) ricadente sulla superficie stradale si può verificare se la pavimentazione sia in grado di drenare il contributo scolante.

$$V_v = 1 * 1 * 0.2 * 0.04 = 0.008 \text{ mc}$$

$$V_p = 1 * 1 * 0.0075 = 0.0075 \text{ mc}$$

Dal confronto dei valori sopra riportati si ottiene che il volume dei vuoti dello strato d'usura drenante è maggiore del volume di pioggia affluito pertanto l'ingombro fisico dell'acqua è totalmente contenuto nello strato poroso della pavimentazione senza causare un ristagno d'acqua in superficie.

$$V_v = 0.008 > V_p = 0.0075.$$

In conclusione su tutti gli assi autostradali di progetto, per un evento di progetto di 25 anni, la pavimentazione è in grado di smaltire il deflusso idrico scolante senza causare condizioni di pericolo per il traffico veicolare transitante.

## 7 PRESIDI IDRAULICI

Come meglio esplicitato nei paragrafi precedenti, i presidi idraulici costituiscono l'elemento di controllo qualitativo che si colloca tra la piattaforma autostradale e il recapito finale del sistema di drenaggio.

Sono costituiti da una vasca in calcestruzzo che svolge funzione di sedimentazione all'interno della quale è presente uno sfioratore mobile galleggiante che entra in azione in condizioni ordinarie trasferendo la portata di prima pioggia ad un disoleatore a portata costante. In occasione di portate elevate, superiori a quella intercettata dallo sfioratore mobile (seconda pioggia), l'acqua viene stoccata in vasca fino ad un livello massimo oltre il quale entra in funzione un secondo manufatto di sfioro dotato di griglia e di lama disoleatrice, in grado di fermare i solidi galleggianti e di trattenere gli oli flottanti garantendo in questo modo un trattamento in continuo di tutte le acque.

Il sistema è dotato di una condotta di by-pass necessaria tanto per le operazioni di pulizia e manutenzione del bacino quanto per avviare al bypass il volume eccedente la prima pioggia più lo sversamento accidentale in caso di concomitanza degli eventi. La condotta di by-pass entra quindi in funzione tramite paratoie d'intercettazione motorizzate dotate di un sistema di chiusura anche a distanza. Il controllo da remoto di tali paratoie unitamente ad un misuratore di livello installato in vasca permette di gestire anche la contemporaneità tra evento piovoso di progetto (prima pioggia) e sversamento accidentale.

Comunque in caso di sversamento accidentale di merci pericolose, viene applicata la procedura che attualmente ASPi utilizza su tutta la rete autostradale in concessione. Tramite il controllo delle paratoie di ingresso in vasca, by-pass e ingresso disoleatore il bacino può essere isolato consentendo lo stoccaggio dell'inquinante sversato. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati specifici. Di seguito la tabella con l'ubicazione, i tratti afferenti e i lotti di appartenenza dei singoli presidi.

Presidio	Ubicazione presidio	Tratti afferenti al presidio	LOTTO
<b>P1</b>	Vicino imbocco Galleria Borgonuovo Ovest	Rampe Interconnessione Vesima	<b>8</b>
<b>P2</b>	Vicino imbocco Galleria Borgonuovo Est	Viadotto Cerusa	<b>8</b>
<b>P6</b>	Vicino imbocco Galleria Voltri Ovest	Viadotto Leiro + Gallerie Voltri (L<500)	<b>8</b>
<b>P7</b>	Vicino imbocco Galleria Amandola Est	Viadotto Varenna	<b>8</b>
<b>P8</b>	Vicino imbocco Galleria Monterosso Est	Viadotto Genova	<b>8</b>
<b>P9</b>	Lungo T. Secca	Viadotto Mercantile + Viadotti Secca Nord e Sud	<b>2</b>
<b>P10</b>	Vicino imbocco Galleria Forte Diamante Nord	Viadotto Orpea	<b>2</b>
<b>P11</b>	Tra imbocco Galleria Torbella Ovest e viadotto Torbella	Viadotto Torbella	<b>3</b>
<b>P12</b>	Piazzola esistente svincolo Genova Est	Viadotto Rovena + tratto aperto rampe svincolo Genova EST	<b>4</b>

## 7.1 Criteri Progettuali

La tipologia dei presidi è stata prescelta in funzione dei seguenti criteri:

1. tutti i presidi hanno un volume di stoccaggio che risulta pari alla somma tra 50 m<sup>3</sup>/ha di superficie impermeabile afferente (prima pioggia) e 25 mc di volume sversato accidentale (massimo volume contenuto in un compartimento di un'autocisterna);
2. il funzionamento dei presidi è a gravità;
3. i presidi possono essere disconnessi da remoto tramite paratie motorizzate in caso di interventi di manutenzione o di sversamento accidentale di inquinanti come descritto precedentemente.

## 7.2 Sistema di controllo

Il presidio è dotato di un misuratore di livello che in caso di sversamento consente la gestione della chiusura delle due paratoie in ingresso e della valvola a monte del disoleatore.

## 7.3 Dimensionamento

Come già indicato in precedenza, la portata di pioggia in arrivo ai vari presidi è stata calcolata considerando di invasare i primi 5 mm di pioggia che ricadono uniformemente sulla superficie impermeabile afferente al singolo presidio. Le parti di cui è composto il sistema sono:

- **una tubazione d'ingresso in vasca** separato dalla stessa a mezzo di una paratoia;
- **una tubazione di by-pass**, regolata da una paratoia, destinata, nelle condizioni specificate precedentemente, ad avviare al recapito finale le acque di by pass;
- un **disoleatore** prefabbricato per il trattamento delle acque.

La soglia dello scarico di superficie serve per la tracimazione delle acque di pioggia in caso di eventi di lunga durata. Lo sfioratore (parete sottile) è dimensionato per scaricare la portata di progetto con un modesto carico sulla soglia. Una volta definita la larghezza della soglia è stato calcolato il massimo battente sulla soglia sfiorante in funzione della massima portata in arrivo con la seguente formula:

$$h^{3/2} = \frac{Q}{\mu L \sqrt{2g}}$$

con il coefficiente  $\mu$  assunto pari a 0.385. Nella tabella seguente sono stati riportati i risultati ottenuti per ognuno dei presidi a partire dalla superficie impermeabile afferente [**A<sub>bacino</sub>**] e dal tempo di corrivazione della rete [**T<sub>c</sub>**] che provengono dalle verifiche effettuate sulla rete di drenaggio di piattaforma e la larghezza della soglia [**L<sub>soglia</sub>**] e l'altezza del battente sulla soglia [**h<sub>battente</sub>**]:

PRESIDI IDRAULICI					
n°	A <sub>bacino</sub> [mq]	T <sub>c</sub> [min]	Q <sub>e</sub> [m3/s]	L <sub>soglia</sub> [m]	h <sub>battente</sub> [m]
P1	26511.93	9.76	1.72	3.5	0.44
P2	14842.19	11.37	0.91	3.5	0.28
P6	13645.00	11.87	0.82	3.5	0.27
P7	4370.40	7.13	0.32	2.1	0.20
P8	28180.28	23.66	1.29	6	0.25
P9	14482.40	7.52	1.04	3.5	0.31
P10	2423.04	5.70	0.19	2.1	0.14
P11	1634.00	5.01	0.14	2.1	0.11
P12	8163.99	7.24	0.60	3.5	0.22

### 7.3.1 Volume Utile

I presidi sono stati dimensionati considerando la prima pioggia e ipotizzando quindi di invasare i primi 5 mm di pioggia che ricadono uniformemente sulla superficie impermeabile afferente al singolo presidio. Il volume di stoccaggio risulta pertanto 50 m<sup>3</sup>/ha imp. Al fine di garantire anche lo stoccaggio dell'eventuale sversamento accidentale degli automezzi, al volume di prima pioggia ne è stato aggiunto uno di sversamento, pari a 25 mc corrispondente al massimo volume contenuto in un compartimento di un'autocisterna.

Di seguito si riporta il volume di progetto di ciascun presidio:

n°	A <sub>bacino</sub> [mq]	V <sub>pp</sub> [mc]	V <sub>sversamento</sub> [mc]	V <sub>min</sub>	L[m]	B[m]	h <sub>soglia</sub> [m]	V [mc]	Verifica V ≥ V <sub>min</sub>
P1	26511.93	132.6	25	157.6	12	5	2.7	160	ok
P2	14842.19	74.2	25	99.2	8.5	5	2.4	102	ok
P6	13645.00	68.2	25	93.2	8.5	5	2.2	93.5	ok
P7	4370.40	21.9	25	46.9	6	5	1.8	54	ok
P8	28180.28	140.9	25	165.9	12	7.5	2	180	ok
P9	14482.40	72.4	25	97.4	8.5	5	2.3	97.75	ok
P10	2423.04	12.1	25	37.1	6	5	1.8	54	ok
P11	1634.00	8.2	25	33.2	6	5	1.8	54	ok
P12	8163.99	40.8	25	65.8	8.5	5	1.6	68	ok

In cui con V<sub>pp</sub> è indicato il volume considerando la prima pioggia, con V<sub>sversamento</sub> è indicato quello delle sversamento accidentale degli automezzi, con V<sub>min</sub> la somma tra V<sub>pp</sub> e V<sub>sversamento</sub>, L e B sono invece le dimensioni in pianta dei presidi, segue l'altezza media della soglia (h<sub>soglia</sub>) e il volume risultante di progetto.

Si precisa che si parla di altezza media poiché la profondità della vasca è variabile in quanto sul fondo viene realizzato un getto di sagomatura per garantire una lieve pendenza verso lo scarico di fondo e facilitare il regolare svuotamento.

### 7.3.2 Disoleatore

I disoleatori sono manufatti prefabbricati in grado di trattare la frazione di prima pioggia delle acque meteoriche.

Il separatore oli, grazie alla particolare conformazione del tubo in ingresso, consente l'uniforme distribuzione del flusso ed il suo ulteriore rallentamento; le gocce di liquido leggero di dimensioni maggiori, sottoposte alla spinta di gravità, risalgono in superficie e creano uno strato galleggiante di spessore crescente. Le microparticelle oleose, invece, a causa delle loro piccole dimensioni, sono adsorbite dal filtro a coalescenza, si ingrossano aggregandosi e, raggiunto un dato spessore, salgono in superficie.

L'impianto è dotato di un dispositivo di sicurezza (galleggiante e posto in apposito cilindro in PEAD), che, essendo tarato sulla densità dell'acqua, scende all'aumentare dello strato d'olio separato in superficie. Al raggiungimento della quantità massima possibile di olio separata, il galleggiante chiude lo scarico posto sul fondo del separatore, impedendo lo scarico di liquido leggero con l'effluente.

Il dimensionamento del separatore oli avviene in conformità con quanto previsto da norme DIN 1999 ed EN 858. In base a tali norme si ottiene una piovosità pari a 0.0055 l/(s m<sup>2</sup>).

La grandezza nominale dell'impianto (l/s) si determina moltiplicando il coefficiente di piovosità per la superficie dell'area scolante (assunto un fattore di densità unitario), come da formula seguente:

$$GN \text{ separatore oli} = S \text{ (m}^2\text{)} \times 0.0055 \text{ l/(s m}^2\text{)}.$$

Nella tabella seguente sono indicati con **i** l'intensità di pioggia relativa a un tempo di ritorno di 50 anni, con **Q<sub>e</sub>** la portata in ingresso, con **Q<sub>u\_dis</sub>** la portata nominale del disoleatore scelto, con **Q<sub>5mm</sub>** la portata calcolata secondo quanto previsto dalle norme DIN 1999 ed EN 858.

n°	A <sub>bacino</sub> [mq]	T <sub>c</sub> [min]	i [mm/h]	Q <sub>e</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>u_dis</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>5mm</sub> [l/s]	n° disoleatori	GN
<b>P1</b>	26511.93	9.76	233.53	1.72	0.08	145.82	2	80
<b>P2</b>	14842.19	11.37	219.93	0.91	0.08	81.63	1	80
<b>P6</b>	13645.00	11.87	216.24	0.82	0.08	75.05	1	80
<b>P7</b>	4370.40	7.13	264.14	0.32	0.03	24.04	1	30
<b>P8</b>	28180.28	23.66	164.90	1.29	0.08	154.99	2	80
<b>P9</b>	14482.40	7.52	258.69	1.04	0.08	79.65	1	80
<b>P10</b>	2423.04	5.70	288.50	0.19	0.015	13.33	1	15
<b>P11</b>	1634.00	5.01	303.50	0.14	0.015	8.99	1	15
<b>P12</b>	8163.99	7.24	262.62	0.60	0.05	44.90	1	50

L'accessibilità interna all'apparecchiatura è garantita mediante due pozzetti d'ispezione.

Come detto in precedenza, ogni presidio sarà dotato di uno sfioratore galleggiante dimensionato per poter convogliare al disoleatore una portata pari alla grandezza nominale dello stesso.

### 7.4 Accorgimenti gestionali

La funzionalità del sistema dipende da una serie di condizioni fondamentali:

1. la tempestività nella segnalazione degli incidenti a rischio ambientale verificatisi sull'autostrada;
2. la verifica periodica del buon funzionamento delle attrezzature ed in particolare: stato della vasca interna, chiusura ermetica delle paratoie, apparecchiatura elettromeccaniche;
3. la rapidità nell'intervento di bonifica da parte di ditte specializzate, che dovranno provvedere alla disinfestazione delle vasche, al trattamento dei materiali tossici ed al loro trasferimento a discarica controllata;
4. il lavaggio periodico delle vasche o quello conseguente ad un intervento di bonifica, effettuato a mezzo di autocisterne con pompe aspiranti.

## 8 RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE IN GALLERIA

### 8.1 Requisiti prestazionali

Il drenaggio delle gallerie deve garantire:

- lo smaltimento delle acque di infiltrazione dal rivestimento (stillicidio);
- lo smaltimento delle acque meteoriche trascinate all'interno della stessa (ad esempio dal moto degli autoveicoli);
- la raccolta dei liquidi che possono essere sversati accidentalmente da un generico automezzo sulla carreggiata.

Le tubazioni sono dimensionate secondo il criterio di garantire un'agevole manutenzione e pulizia, considerando peraltro l'accidentalità degli eventi causa di sversamenti e i modesti valori delle acque di drenaggio del rivestimento.

### 8.2 Schemi di drenaggio

Per quanto riguarda gli schemi di drenaggio, le sezioni funzionali delle gallerie in progetto possono essere raggruppate in tre tipologie:

- Gallerie scavate in fresa;
- Gallerie scavate in tradizionale;
- Gallerie scavate in tradizionale ma con il cunicolo di fuga.

Nel caso delle gallerie in scavo meccanizzato Galleria Borgonuovo (G01), Amandola (G06) e Monterosso(G07) lo schema di drenaggio è il seguente:

- drenaggio piattaforma stradale: tubazioni DN400 in PP;
- drenaggio venute d'acqua in galleria: al fine di mantenere la pressione idrostatica sui conci della galleria compatibile con la resistenza degli stessi, sono previsti dei dreni a lungo termine che attraverso collettori longitudinali DN400 in PVC convogliano le acque agli imbocchi. Queste acque potranno essere riutilizzate all'esterno della galleria.

Non sono previsti sistemi di drenaggio né del rivestimento né dell'arco rovescio. I collettori di drenaggio della piattaforma stradale e delle venute in galleria sono dotati di pozzetti d'ispezione posti ad interasse di 100m.

Per le gallerie in scavo tradizionale con cunicolo di fuga (San Rocco G09, Delle Grazie G05, Bric del Carmo G02, Ciocia G04, Torbella Est G14, Moro 1 G19 e Moro2 G20), le sezioni sono suddivise in tre cunicoli: due laterali di impianti e uno centrale che costituisce il vero e proprio cunicolo di fuga. Lo schema di drenaggio è il seguente:

- drenaggio piattaforma stradale: tubazioni DN400 in PP HM in tripla parete;
- drenaggio rivestimento (stillicidio): tubazioni DN400 in PVC;

- drenaggio arco rovescio: nei cunicoli impianti è prevista una savanella di drenaggio, ricavata con un mezzo tubo DN160, che in corrispondenza degli imbocchi viene connessa al sistema di drenaggio di piattaforma. Al centro del cunicolo di fuga, invece, è prevista una canaletta grigliata che in corrispondenza degli imbocchi viene connessa al sistema di drenaggio di stillicidio.

Per le gallerie in scavo tradizionale lo schema di drenaggio è il seguente:

- drenaggio piattaforma stradale: tubazioni DN400 in PP;
- drenaggio rivestimento (stillicidio): tubazioni DN400 in PVC;
- drenaggio arco rovescio: tubazione DN600 in cls a giunti aperti.

I collettori di drenaggio della piattaforma stradale e del rivestimento delle gallerie sono dotati di pozzetti d'ispezione posti ad interasse di 100m.

E' importate osservare che le acque dei drenaggi del rivestimento e le acque di piattaforma rimangono comunque separate. Per quanto riguarda le prime, all'uscita delle gallerie è previsto un pozzetto per il campionamento e il riutilizzo della risorsa per consentire un eventuale prelievo della stessa o in caso contrario il recapito al recettore finale. Le acque di drenaggio di piattaforma e arco rovescio, vengono convogliate verso il sistema chiuso costituito da un primo pozzetto con sonda multiparametrica per il monitoraggio della qualità delle acque attraverso il quale le acque vengono convogliate verso la vasca di accumulo (presidio galleria) se presenti acque provenienti dal sistema antincendio o liquidi provenienti da sversamenti accidentali, oppure verso un disoleatore GN15 e poi al recettore finale. Per ulteriori dettagli consultare i relativi elaborati.

## 9 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE DI GALLERIA

### 9.1 Valutazione della portata al colmo

In accordo con le Linee Guida del Piano Sicurezza Gallerie attuato da Autostrade per l'Italia sulla rete in concessione (al quale si rimanda per ogni chiarimento), il dimensionamento dell'impianto di drenaggio è stato sviluppato in modo tale da poter captare una portata pari ad almeno 15 l/s (il doppio di quella riportata nei documenti PIARC) di liquido pericoloso raccolta in un tratto massimo pari a 100 m a partire dalla prima caditoia, in modo da circoscrivere la zona dello sversamento accidentale.

La portata di 15 l/s inoltre permette di raccogliere il massimo volume contenuto in un compartimento di un'autocisterna (25 mc) in un tempo inferiore ai 30 minuti, tempo medio di intervento dei Vigili del Fuoco.

Oltre all'eventuale sversamento accidentale, in galleria si possono trovare le acque di trascinarsi dei veicoli in transito o che scorrono lungo il piano viabile agli imbocchi delle gallerie a seguito di evento meteorico ed eventuali percolazioni a lungo termine.

### 9.2 Metodologia di verifica idraulica

#### 9.2.1 Dimensionamento degli elementi di raccolta e convogliamento

Come detto in precedenza, il sistema di drenaggio della galleria è stato dimensionato in modo da captare almeno 15 l/s in un tratto massimo di 100 m a partire dalla prima caditoia. Nel caso in esame, essendo l'interasse delle caditoie pari a 25 m, ogni pozzetto deve essere in grado di captare una portata pari a circa 5 l/s.

Le caditoie sifonate sono state realizzate in acciaio inox con telaio e griglia, avente dimensioni interne pari a 40x40 cm, in acciaio inox. All'interno di ogni pozzetto è presente un discendente DN160 in acciaio inox coperto da un sifone fatto dello stesso materiale. Tale discendente si innesta direttamente nel collettore longitudinale ed è in grado di captare l'eventuale liquido sversato senza la propagazione di eventuali fiamme (no immissione d'aria dall'esterno).

La portata che riesce a catturare il pozzetto è il valore minimo tra la capacità di captazione della caditoia e la capacità di smaltimento del discendente.

Il **calcolo della capacità di captazione** della caditoia è stato fatto utilizzando la formula dello stramazzo:

$$Q = C P h \sqrt{2 g h}$$

Dove:

C coefficiente di deflusso per stramazzo pari a 0.385;

P perimetro idraulicamente attivo che, nel caso in esame, corrisponde alla somma dei due lati della caditoia (0.40+0.40=0.80 m);

h carico idraulico.

Per il dimensionamento delle caditoie di tutte le gallerie sono stato individuate le configurazioni di pendenze più gravose ed è stato calcolato il tirante idrico in condizione di moto uniforme considerando un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 70. Il tirante idrico così calcolato è stato utilizzato come carico idraulico per la determinazione della portata captata dalla singola caditoia.

Nella seguente tabella si riportano i dati relativi alle condizioni geometriche della piattaforma stradale più gravose per il dimensionamento con pendenze trasversale e longitudinale minime:

<b>Passo cad.</b>	<b><math>i_{\text{trasv.}}</math></b>	<b><math>i_{\text{long.}}</math></b>	<b>Larghezza allagata</b>	<b><math>Q_{\text{captata 1 cad}}</math></b>	<b><math>Q_{\text{captata 3 cad}}</math></b>
m	%	%	m	l/s	l/s
25	2.5	0.2	2.10	6.5	19.5

La portata minima captata dalla singola caditoia risulta essere quindi pari a 6.5 l/s.

La **capacità di smaltimento del discendente** è stata calcolata con la formula della luce sotto battente:

$$Q = C A \sqrt{2 g h}$$

Dove:

- C coefficiente di deflusso per luce sotto battente pari a 0.670;
- A area della tubazione che nel caso in esame, essendo il discendente un DN160 in acciaio, risulta essere pari a 0.01539 m<sup>2</sup>.

Il carico massimo al disopra del discendente, coincide con il carico relativo al riempimento dell'intero pozzetto e risulta quindi pari a 16 cm. Con tale carico la portata scaricata dal singolo pozzetto risulta essere pari a 18 l/s ben oltre l'obiettivo prefissato di 15l/s.

La portata minima che riesce a captare e far defluire ogni pozzetto risulta essere quindi pari a 6.5l/s. Considerando un passo delle caditoie pari a 25 m, risulta che in un tratto di 100 m il sistema di drenaggio è in grado di captare una portata pari a 19.5 l/s, superiore all'obiettivo prefissato di 15 l/s.

### 9.2.2 Dimensionamento degli elementi di raccolta in corrispondenza dei bypass

L'accesso ai by-pass è stato realizzato a raso con la pavimentazione stradale per permettere un ingresso agevole anche alle persone disabili in caso di situazioni pericolose. Per impedire che il liquido proveniente da uno sversamento accidentale possa dirigersi verso il by-pass quando la pendenza trasversale della galleria è diretta verso questi, si è previsto un sistema di drenaggio in grado di captare l'intera portata di progetto e cioè 15 l/s. Tale sistema è costituito da:

- canaletta grigliata in Pead;
- pozzetto in cls sifonato con funzione tagliafiamma.

La canaletta grigliata in Pead verrà posata a partire da 2.5 m a monte dell'apertura del by-pass e per tutta l'apertura dello stesso. La canaletta utilizzata è riportata nell'elaborato di dettaglio, ha dimensioni interne pari a 20x20 cm e verrà posta in opera ribassandola di 2 cm rispetto alla quota

del by-pass in modo da realizzare una battuta che impedisca al liquido sversato di scavalcare la caditoia; tale battuta è compatibile con la normativa relativa alle barriere architettoniche.

Il pozzetto, di dimensioni interne pari a 45x45 cm ed altezza pari a 35 cm, sarà realizzato in CLS e dotato di chiusino in ghisa sferoidale. Lo scarico avverrà tramite un discendente sifonato DN180 in acciaio che si innesterà direttamente nel collettore longitudinale già esistente.

Come detto in precedenza, l'intero sistema deve essere in grado di captare una portata pari a 15 l/s.

Si riporta di seguito il dimensionamento idraulico dei vari elementi utilizzati:

Il **calcolo della capacità di captazione** della caditoia è stato fatto utilizzando la formula dello stramazzo:

$$Q = C P h \sqrt{2 g h}$$

Dove:

- C     coefficiente di deflusso per stramazzo pari a 0.385;
- P     perimetro idraulicamente attivo che, nel caso in esame, corrisponde alla somma dei due lati della caditoia;
- h     carico idraulico.

Grazie all'abbassamento localizzato in cui verrà posta la canaletta, il battente al disopra della sua griglia sarà pari ad almeno 2 cm.

La lunghezza del tratto di canaletta grigliata è pari alla larghezza del bypass più 2.5 m da collocare a monte del by-pass stesso. La canaletta è stata dimensionata in modo che sia in grado di raccogliere uno sversamento con battente superiore alla battuta laterale di 2 cm prima del by-pass.

Nel caso in cui il battente sia pari a 2 cm, e quindi contenuto dalla battuta laterale, la portata di progetto, pari a 15 l/s, sarà raccolta in un tratto pari a circa 2.9 m.

Il **dimensionamento della canaletta grigliata** è stato fatto considerando la pendenza longitudinale minima della piattaforma autostradale che risulta essere pari allo 0.3%.

Considerando un parametro di scabrezza di Manning pari a 0.0125, si ottiene che la canaletta larga 20 cm è in grado di far transitare la portata di progetto con un battente pari a 12 cm, quindi inferiore all'altezza interna della canaletta stessa (20 cm).

La **capacità di smaltimento del discendente** è stata calcolata con la formula della luce sotto battente:

$$Q = C A \sqrt{2 g h}$$

Dove:

- C     coefficiente di deflusso per luce sotto battente pari a 0.670;
- A     area della tubazione che nel caso in esame, essendo il discendente un DN180 in acciaio, risulta essere pari a 0.019746 m<sup>2</sup>.

Il carico al disopra del discendente è pari a 19.5 cm. Con tale carico la portata scaricata risulta essere pari a 25.9 l/s, valore ben superiore a quello di progetto.

## 10 PRESIDI GALLERIE

Come già accennato in precedenza, le acque di drenaggio di piattaforma e arco rovescio, vengono convogliate verso il sistema chiuso posto all'imbocco delle gallerie di lunghezza maggiore di 500 m. Tale sistema è costituito da un primo pozzetto con sonda multiparametrica per la determinazione della qualità delle acque: in particolare se la sonda rileva la presenza di acque derivanti dal sistema antincendio o di liquidi provenienti da sversamenti accidentali le acque vengono mandate alla vasca di accumulo, altrimenti vengono mandate verso un disoleatore GN15 e poi al recettore finale.

La seguente tabella riporta il nome, l'ubicazione, le gallerie afferenti ad ogni presidio e il lotto di appartenenza:

<b>Presidio</b>	<b>Ubicazione presidio</b>	<b>Tratti afferenti al presidio</b>	<b>LOTTO</b>
<b>P3</b>	Vicino imbocco Galleria Bric del Carmo Sud	Galleria Bric del Carmo	<b>1B</b>
<b>P4</b>	Lungo T. Cerusa	Gallerie Borgonuovo	<b>8</b>
<b>P5</b>	Lungo T. Cerusa	Galleria delle Grazie e Ciocia	<b>1B</b>
<b>P16</b>	Vicino imbocco Galleria Amandola Ovest	Gallerie Amandola	<b>8</b>
<b>P17</b>	Vicino imbocco Galleria Monterosso Ovest	Parte Gallerie Monterosso	<b>8</b>
<b>P18</b>	Vicino imbocco Galleria Monterosso est	Parte Galleria Monterosso	<b>8</b>
<b>P19</b>	Vicino imbocco Galleria Bric du Ventu	Galleria Polcevera, Baccan, Bric du Ventu	<b>2</b>
<b>P20</b>	Vicino imbocco Galleria Forte Diamante Nord	Parte Galleria Polcevera, Parte Galleria San Rocco, Galleria Forte Diamante (sulla quale vanno anche parte Baccan e Bric du Ventu)	<b>2</b>
<b>P21</b>	imbocco Galleria Torbella Ovest	Galleria Torbella Ovest	<b>3</b>
<b>P22</b>	Vicino imbocco Galleria Granarolo Nord	Galleria Granarolo, Galleria Montesperone	<b>3</b>
<b>P13</b>	Vicino imbocco Galleria Campursone Nord	Gallerie Campursone e Montesperone	<b>4</b>
<b>P14</b>	Area interclusa elicoidale	Galleria Moro 2, parte Galleria Moro 1	<b>4</b>
<b>P15</b>	Vicino imbocco Galleria Granarolo Sud	Galleria Granarolo, parte Galleria Moro 1	<b>4</b>

Per maggiori dettagli si rimanda ai rispettivi elaborati specifici.

## 10.1 Descrizione e Principi di funzionamento

I presidi posizionati a valle delle gallerie di lunghezza maggiore di 500 m, sono stati progettati secondo quanto previsto dalle Linee Guida ANAS 2009 per la Progettazione in galleria.

Le vasche sono state progettate per garantire un accumulo di volume non inferiore a 120 mc. Questo valore deriva da due contributi:

- 25 mc volume sversato di liquidi pericolosi: corrispondente al massimo volume contenuto in un compartimento di un'autocisterna;
- 94 mc volume serbatoio riserva idrica antincendio: corrispondente alla portata totale del sistema antincendio pari a 780 l/min per un tempo di erogazione minimo richiesto di 2h.

Nella tabella seguente sono riportate le tipologie e le dimensioni dei presidi:

Presidio	tipologia	# moduli	dimensioni (BxLxH)
P3	prefabbricato	2	2.21m x 10.95m x 2.85m
P4	gettato in opera (camera di spinta cunicolo)	1	9.05m x 6.40m x 2.37 m
P5	gettato in opera (camera di spinta cunicolo)	1	8.80m x 6.40m x 2.60 m
P16	prefabbricato	2	2.21m x 10.95m x 2.85m
P17	prefabbricato	2	2.21m x 10.95m x 2.85m
P18	prefabbricato	3	2.21m x 10.45m x 2.35m
P19	prefabbricato	1 + 1	2.21m x 10.95m x 2.85m 2.21m x 7.95m x 2.85m
P20	prefabbricato	2	2.21m x 10.95m x 2.85m
P21	prefabbricato	2	2.21m x 10.95m x 2.85m
P22	prefabbricato	2	2.21m x 10.95m x 2.85m
P13	prefabbricato	2	2.21m x 10.95m x 2.85m
P14	prefabbricato	2	2.21m x 10.95m x 2.85m
P15	prefabbricato	2	2.21m x 10.95m x 2.85m

In caso di incendio, il liquido antincendio viene totalmente stoccato all'interno della vasca che viene poi svuotata tramite autospurgo.

Si sottolinea che i presidi devono essere mantenuti costantemente vuoti, al fine di evitare la formazione di gas nocivi derivanti dalla reazione chimica di alcuni inquinanti con l'acqua. Questo criterio implica l'eliminazione di quei pozzetti e dispositivi nei quali l'acqua staziona in permanenza e la posa in opera di misuratori di livello per il segnalamento di eventuali riempimenti anomali.

## 11 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Per quanto riguarda l'analisi di compatibilità idraulica, i criteri utilizzati sono stati i seguenti:

- Ove possibile si è cercato di mantenere inalterato il bacino idrografico afferente;
- Al fine di non aggravare le condizioni di pericolosità e rischio idraulico, come recapiti finali sono state privilegiate le aste relative al reticolo idrografico principale.
- Inoltre la verifica di compatibilità si è ritenuta soddisfatta nel caso in cui la portata scaricata fosse minore o uguale al 5% della portata duecentennale del recapito, considerando tale soglia una tolleranza sempre trascurabile per i corsi d'acqua in esame.

Si sottolinea che la portata di progetto ( $t_r=50$  anni) è da ritenersi la massima portata scaricabile dalla rete in quanto per eventi superiori gli elementi marginali e la rete di convogliamento non sarebbero in grado di far defluire portate superiori che, allagando la sede viabile, verrebbero laminate in piattaforma.

La verifica è stata eseguita solo per i presidi relativi ai tratti all'aperto in quanto le eventuali venute derivanti dai tratti in galleria sono trascurabili rispetto agli eventi meteorici.

La tabella seguente riporta le portate scaricate, i recapiti, le portate duecentennali e il 5% di queste ultime.

Presidio	Q- scarico (mc/s)	Descrizione del punto di recapito	Q-TR200 (mc/s)	5%Q200
Presidio 1	1.72	Torrente Vesima	35.00	1.75
Presidio 2	0.9	Torrente Cerusa	416.00	20.8
Presidio 6	0.8	Torrente Cerusa	416.00	20.8
Presidio 7	0.32	Torrente Varenna	311.00	15.6
Presidio 8	1.29	Rio Ronco	7.20	Ok (*)
Presidio 9	0.42	Torrente Secca	770.00	38.5
Presidio 10	0.19	Torrente Orpea	13.00	0.65
Presidio 11	0.13	Tombino esistente nell'area dell'imbocco Torbella Ovest	3.60	0.18
Presidio 12	0.59	Rio Rovena	22.40	1.12

(\*) Nel caso specifico del presidio 8 la verifica di compatibilità è soddisfatta in quanto la sistemazione idraulica del rio Ronco nel tratto a valle del punto di scarico è stata progettata per poter convogliare, nel rispetto dei franchi di normativa, la portata duecentennale sommata alla portata uscente dal presidio.

Come si evince dalla tabella precedente le portate scaricate risultano sempre inferiori al limite imposto; relativamente al presidio 8 si segnala che il dimensionamento della sistemazione idraulica del rio Ronco è stata eseguita considerando anche il contributo proveniente dalla piattaforma.

## 12 ALLEGATO 1: RISULTATI DELLE VERIFICHE IDRAULICHE

Le grandezze riportate nelle **tabelle degli elementi marginali** indicano le seguenti quantità:

- **Progr. Inizio e Progr. Fine** indicano le progressive di inizio e di fine del tratto analizzato;
- **Lungh. e Largh.** sono la lunghezza del tratto e la larghezza media della piattaforma nel tratto;
- **Area rid.** indica la sommatoria delle aree per i differenti coefficienti di deflusso;
- **ta** è il tempo di accesso alla rete;
- **i** è l'intensità di pioggia calcolata per un tempo di ritorno pari a 25 anni;
- **i<sub>l</sub>** e **i<sub>t</sub>** indicano rispettivamente la pendenza longitudinale e trasversale della piattaforma;
- **q** è la portata di progetto per unità di lunghezza;
- **Q** è la portata massima che può defluire nell'area allagata di larghezza pari a quella della banchina;
- **Interasse** è pari al rapporto:  $Q_{max}/q_0$ .
- 

Le grandezze riportate nelle **tabelle dei collettori** indicano invece le seguenti quantità:

- **Progr. Inizio, Progr. Fine e Lungh.** indicano le progressive di inizio e di fine e lunghezza del tratto analizzato;
- **Collettore** indica il DN del collettore utilizzato;
- **Area rid.** indica la sommatoria delle aree per i differenti coefficienti di deflusso;
- **i<sub>l</sub>** pendenza longitudinale piattaforma;
- **ta** è il tempo di accesso alla rete;
- **i** è l'intensità di pioggia calcolata per un tempo di ritorno pari a 50 anni;
- **Q** portata di progetto;
- **h** altezza del pelo libero nella condotta;
- **Riemp.** riempimento massimo che non deve eccedere l'80%
- **Vel.** velocità del fluido nella condotto che deve essere maggiore di 0.5 m/s.

## 12.1 Elementi Marginali (Cap A1 - S2)

Nella seguente tabella sono riportati i calcoli degli interassi degli embrici nelle sezioni in rilevato.

Lotto 8 - (Cap A1)

CADITOIE in PEAD												
Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
A2	By-pass Monterosso	15865.14	19.60	20.02	392.39	4.51	281.08	2.00	3.62	1.56	17.50	10
A1	15862.80	15777.69	85.11	11.20	953.23	3.17	323.41	2.08	4.31	1.01	17.50	15
A1	9537.80	9502.40	35.20	11.20	394.24	3.74	302.62	0.50	2.50	0.94	14.00	15
A1	9502.40	9428.50	73.80	11.20	826.56	3.74	302.62	0.50	2.50	0.94	14.00	15
A1	9428.50	9384.50	44.20	13.30	587.86	4.08	292.47	0.50	2.50	1.08	14.00	15
Bypass	9384.50	9426.00	62.00	13.00	705.00	4.03	293.80	0.50	2.50	0.93	14.00	15
A2	9605.00	9570.00	33.90	11.20	379.68	3.74	302.62	0.50	2.50	0.94	14.00	15
A2	9570.00	9484.00	84.90	11.20	950.88	3.74	302.62	0.50	2.50	0.94	14.00	15
A2	9484.00	9434.50	46.98	11.20	526.18	3.74	302.62	0.50	2.50	0.94	14.00	15
Bypass	2599.10	2587.10	50.00	18.94	947.00	6.82	238.47	1.00	1.06	1.25	17.50	15
Imb.Voltri EST	2617.50	2583.46	25.00	15.85	396.25	3.88	298.39	1.00	3.81	1.31	17.50	15
Imb.Borgonuovo GE	2213.90	1059.00	38.00	15.85	602.30	3.88	298.39	1.00	3.81	1.31	14.00	10
A2	3369.00	3343.00	17.00	12.00	204.00	3.60	307.46	0.43	3.11	1.02	15.52	15
A2	2988.03	2936.00	50.00	11.00	550.00	2.92	334.14	0.91	5.13	1.02	13.40	15
A2	2931.00	2936.00	5.00	11.00	55.00	2.63	347.94	0.91	6.95	1.06	9.79	10
A1	2918.03	2885.00	28.00	11.20	313.60	3.12	325.41	0.50	4.30	1.01	11.95	10

Lotto 1B - (Cap S2)

**CANALETTE CONTINUA PEAD**

Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
Fine rampa 3	2269.50	2169.10	81.30	6.50	528.45	2.52	353.89	1.39	3.69	0.64	17.50	25

Lotto 8 - (Cap A1)

**CANALETTE CONTINUA PEAD**

Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
A2	15910.32	15865.14	45.18	15.95	720.62	4.02	294.05	2.00	3.62	1.30	17.50	15
A2	15865.14	15824.01	41.13	13.92	572.53	3.76	302.11	2.00	3.62	1.17	17.50	15
Imb. Voltri Est	2642.28	2562.30	82.00	11.20	918.40	3.29	318.40	1.00	3.70	0.99	17.50	20
Imb. Borgonuovo GE	2269.50	2195.60	25.00	11.20	280.00	3.29	318.40	1.00	3.70	0.99	17.50	20
A2	3038.54	2985.58	52.96	11.90	630.22	3.11	325.77	0.50	4.75	1.08	17.50	15
A1	3329.00	3293.25	28.00	11.20	313.60	3.54	309.56	0.50	2.96	0.96	17.50	20

Lotto 1B - (Cap A1 - S2)

**CADITOIA VIADOTTO**

Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
A2	2560.60	2271.15	289.45	12.60	3647.07	3.49	311.16	1.00	3.71	1.09	14.00	15
A1	2583.46	2265.89	317.57	15.85	5033.48	3.88	298.39	1.00	3.81	1.31	14.00	10
A1	2265.89	2216.70	49.19	19.93	980.11	4.35	285.14	1.00	3.81	1.58	14.00	10
A2	3340.78	3238.54	115.00	19.60	2254.00	4.93	271.38	0.50	2.54	1.48	14.00	10
A2	3038.54	2988.03	52.00	11.90	618.80	3.20	322.09	1.01	4.40	1.06	14.00	15
A2	3238.54	3038.54	200.00	19.60	3920.00	4.79	274.42	0.50	2.76	1.49	7.76	5
A2	2988.78	3038.54	52.00	9.30	483.60	3.09	326.58	0.50	3.35	0.84	5.31	5
A1	3293.25	3237.28	65.00	11.20	728.00	3.74	302.62	0.50	2.50	0.94	4.76	5
A1	3237.28	2918.03	319.25	11.20	3575.60	3.44	312.82	0.50	3.20	0.97	14.00	15
R2, Delle Grazie	0.00	0.00	67.00	15.20	1018.40	3.53	309.92	0.50	4.70	1.31	9.25	5
R2, Delle Grazie	0.00	0.00	52.00	9.40	488.80	2.79	339.97	0.50	4.60	0.89	8.93	10

Lotto 7 - (Cap A1)

**CADITOIA VIADOTTO**

Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
A1	16602.94	15862.80	740.14	16.85	12471.36	3.88	298.36	2.00	4.31	1.40	14.00	10

Lotto 8 - (Cap S2)

**CADITOIA VIADOTTO**

Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
Fine rampa 3	1318.59	1260.00	58.59	8.10	474.58	2.32	365.68	1.42	6.44	0.82	13.25	15
Fine rampa 3	0.00	0.00	46.00	21.73	999.58	4.00	294.81	0.06	5.49	1.78	3.28	5

**12.2 Elementi Marginali (Cap S3-S4-S5-S6)**

Lotto 2 - (Cap S3)

**CADITOIA PEAD**

Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
<b>Bolzaneto R3</b>	103.70	80.00	25.00	10	237.50	3.53	309.72	1.55	2.50	0.82	17.50	20.00
<b>A7- Esistente</b>	Sez.58	Sez.52	29.00	9	253.17	3.71	303.82	0.51	1.79	0.74	17.50	20.00
<b>Asse 7 - A7</b>	0.00	0.00	85.00	11	892.50	3.14	324.42	1.90	4.00	0.95	14.00	15.00
<b>Asse 7 - A7</b>	0.00	0.00	19.80	12	246.71	3.74	302.87	0.76	2.97	1.05	14.00	15.00

Lotto 4 - (Cap S5)

CADITOIA PEAD												
Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
<b>GE-W-R1</b>	zale Genova	Ciazzale Genova Ove	41.00	6	246.00	3.00	330.42	2.22	2.67	0.55	14.00	20.00
<b>Piazzale</b>	zale Genova	Ciazzale Genova Ove	34.50	11	393.99	3.11	325.78	0.52	4.47	1.03	11.75	10.00
<b>Piazzale</b>	zale Genova	Ciazzale Genova Ove	47.50	17	824.13	4.41	283.66	0.38	2.94	1.37	14.00	10.00
<b>Piazzale</b>	zale Genova	Ciazzale Genova Ove	45.50	11	519.61	3.11	325.85	0.40	4.47	1.03	10.23	10.00
<b>GE-W-R1</b>	941.72	965.00	23.30	6	144.23	3.00	330.42	0.43	5.33	0.57	8.87	15.00
<b>GE-W-R1</b>	993.33	965.00	28.30	6	175.18	3.00	330.42	0.04	3.23	0.57	4.26	5.00
<b>GE-W-R2</b>	45.65	55.55	9.90	5	54.35	3.00	330.42	0.06	2.37	0.50	7.66	15.00
<b>GE-W-R2</b>	86.66	55.55	31.10	5	170.74	3.00	330.42	0.13	2.55	0.50	10.34	20.00

Lotto 1B - (Cap S6)

CANALETTA CONTINUA PEAD												
Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
<b>GE - R1</b>	401.00	461.00	60.00	7	420.00	3.00	330.42	6.52	5.57	0.64	17.50	20.00

Lotto 2 - (Cap S3)

CANALETTA CONTINUA PEAD												
Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
<b>A7-Esistente</b>	0.00	0.00	83.35	9	741.82	4.73	275.89	0.91	1.01	0.68	17.50	20.00
<b>A7-Esistente</b>	Sez.52	SP1-v.Secca-Sud	35.70	9	311.66	3.29	318.37	0.05	2.50	0.77	12.15	15.00
<b>Asse 7 - A7</b>	1165.30	1058.40	106.90	13	1352.29	3.99	295.03	2.34	2.80	1.04	17.50	15.00

Lotto 3 - (Cap S4)

**CANALETTA CONTINUA PEAD**

Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
Asse 4 - A12	2618.16	2595.16	23.00	4	92.00	3.00	330.42	4.00	5.64	0.37	17.50	20.00
Asse 4 - A12	2523.98	2504.14	23.00	4	92.00	3.78	301.35	4.00	5.64	0.33	17.50	20.00
Asse 3 - A7	3368.00	3470.97	100.00	11	1120.00	3.74	302.64	2.95	2.95	0.94	17.50	20.00

Lotto 4 - (Cap S6)

**CANALETTA CONTINUA PEAD**

Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
GE - R1	26.00	66.00	43.19	17	713.50	4.07	292.87	2.32	3.75	1.34	17.50	10.00
GE - R1	66.00	147.20	81.20	8	686.14	3.00	330.42	4.60	6.98	0.78	17.50	20.00
GE - R1	187.80	176.90	10.90	14	151.51	3.15	324.15	0.20	5.76	1.25	17.50	10.00

Lotto 2 - (Cap S3)

**CADITOIA VIADOTTO**

Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
Asse 7 - A7	1058.40	860.90	197.50	13	2498.38	5.07	268.30	2.37	1.60	0.94	14.00	15.00
Asse 7 - A7	860.90	736.10	124.80	13	1578.72	3.25	320.11	2.38	4.80	1.12	14.00	10.00
Asse 7 - A7	736.10	679.20	56.90	14	790.91	3.40	314.23	2.35	4.80	1.21	14.00	10.00
Bolzaneto R3	429.57	350.00	79.57	8	604.73	3.00	330.42	4.71	7.00	0.70	14.00	20.00
Bolzaneto R2	109.00	75.00	34.00	7	234.60	3.00	330.42	4.77	7.00	0.63	14.00	20.00
Bolzaneto R2	75.00	40.00	63.00	7	434.70	3.00	330.42	5.57	3.50	0.63	14.00	20.00
Bolzaneto R3	350.00	280.00	70.00	16	1087.10	3.22	321.43	4.71	7.00	1.39	14.00	10.00
Bolzaneto R3	280.00	192.43	85.00	9	778.60	3.00	330.42	4.36	5.29	0.84	14.00	15.00
Bolzaneto R3	192.43	103.70	84.80	9	776.77	3.00	330.42	4.36	5.31	0.84	14.00	15.00
A7- Esistente	P4	P2	42.50	4	148.75	3.00	330.42	0.44	1.50	0.32	17.50	20.00
A7- Esistente	P2	Sez9	60.90	17	1017.03	4.99	270.07	0.42	1.93	1.25	17.50	15.00
A7- Esistente	Sez.18	Sez.29	55.00	18	1001.00	4.84	273.30	0.50	2.40	1.38	3.95	5.00
A7- Esistente	Sez.29	SP-V1	77.40	8	634.68	3.20	322.00	0.46	2.50	0.73	3.14	5.00
Asse 7 - A7	P1	SPb	43.72	16	712.64	3.83	299.87	2.20	4.30	1.36	9.25	5.00
Asse 7 - A7	0.00	0.00	51.00	11	571.20	2.74	342.77	1.18	6.40	1.07	12.17	10.00

Lotto 3 - (Cap S4)

**CADITOIA VIADOTTO**

Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
Asse 4 - A12	2595.16	2523.98	62.00	4	248.00	3.00	330.42	4.00	5.64	0.37	14.00	20.00

Lotto 4 - (Cap S6)

**CADITOIA VIADOTTO**

Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
A12 - Asse 6	0.00	0.00	71.00	11	795.20	3.39	314.89	2.42	3.66	0.98	14.00	10.00

Lotto 1B - (Cap S6)

CT1												
Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
GE - R1	341.00	401.00	60.00	10	930.00	3.08	327.09	6.77	4.63	1.41	97.58	30.00

Lotto 4 - (Cap S6)

CT1												
Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
GE - R2	660.00	580.00	80.00	7	768.00	3.00	330.42	6.00	7.00	0.88	91.89	30.00
GE - R2	580.00	535.00	45.00	7	432.00	3.05	328.16	2.68	2.50	0.88	61.36	30.00
GE - R2	477.00	511.50	34.50	7	372.60	3.00	330.42	0.15	2.50	0.99	14.53	15.00
GE - R2	556.00	533.00	23.00	0	220.80	5.28	263.92	1.50	0.10	0.70	45.94	30.00
GE - R2	533.00	511.50	21.50	7	348.30	2.87	336.51	0.15	2.50	1.51	14.53	10.00
GE - R3	252.00	158.00	94.00	7	1184.40	3.00	330.42	7.00	4.00	1.16	99.25	30.00
GE - R3	158.00	134.30	23.70	8	412.38	3.12	325.19	7.00	2.00	1.57	99.25	30.00
GE - R3	134.30	69.00	65.30	8	1136.22	3.00	330.42	2.30	5.00	1.60	56.89	30.00
GE - R3	69.00	33.50	35.50	8	617.70	3.00	330.42	0.15	5.00	1.60	14.53	10.00
GE - R3	69.00	33.50	13.50	4	186.30	7.16	233.89	0.37	0.48	0.90	22.83	25.00

**12.3 Elementi Marginali (Cap S1)**

Lotto 8

CANALETTE CONTINUA PEAD												
Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
R3	6.50	29.00	22.50	19	427.50	3.45	312.62	0.43	7.00	1.65	17.50	10.00
R4	76.50	120.00	43.50	9	391.50	3.00	330.42	2.62	4.60	0.83	86.21	0.00
R4	120.00	200.00	80.00	12	960.00	3.19	322.47	1.81	4.60	1.52	71.65	0.00
R4	200.00	270.00	70.00	12	840.00	3.16	323.71	0.77	4.60	1.08	17.50	15.00

Lotto 8

**CADITOIA VIADOTTO**

Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
R1	66.16	170.87	104.71	22	2303.62	5.23	264.99	0.10	2.50	1.62	9.31	5.00
R1	387.26	582.00	194.74	19	3700.06	5.26	264.32	3.17	2.50	1.39	14.00	10.00
R3	29.00	110.00	81.00	12	972.00	3.00	330.42	0.13	7.00	1.10	3.68	5.00
R2	226.00	316.00	90.00	19	1710.00	5.13	267.11	0.42	2.15	1.41	14.00	10.00
R2	545.50	620.00	74.50	19	1415.50	6.34	245.50	2.20	1.50	1.30	14.00	10.00
R2	620.00	775.00	155.00	19	2945.00	5.67	256.71	2.20	1.94	1.35	14.00	5.00

Lotto 8

**CT2**

Asse	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m <sup>2</sup> )	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	i <sub>l</sub> (%)	i <sub>t</sub> (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
R1	66.16	50.00	16.16	22	423.39	5.23	264.99	0.10	2.50	1.93	24.08	10.00
R1	50.00	31.00	19.00	15	364.80	4.32	285.92	0.10	2.50	1.52	24.08	10.00
R1	-28.50	31.00	59.50	15	1142.40	4.48	281.84	1.85	2.50	1.50	103.56	30.00
R1	172.00	203.40	31.40	22	822.68	5.23	264.99	0.10	2.50	1.93	24.08	10.00
R1	175.00	289.00	114.00	0	1492.80	10.00	204.87	0.10	0.01	0.75	24.08	30.00
R1	203.40	264.50	61.10	22	1600.82	5.31	263.41	1.12	2.50	1.92	80.58	30.00
R1	264.50	290.50	26.00	22	704.60	4.30	286.43	2.34	4.75	2.16	116.47	30.00
R1	289.24	387.26	98.02	19	2391.69	3.52	310.19	3.64	7.00	2.10	145.26	30.00
R2	225.31	125.00	100.31	18	1986.14	4.39	284.15	0.28	3.14	1.56	40.22	25.00
R2	126.50	82.82	43.68	16	777.50	3.78	301.55	0.28	4.12	1.49	40.22	25.00
R2	82.82	0.00	82.82	16	1474.20	3.78	301.57	0.20	4.12	1.49	34.30	20.00
R2	316.00	445.50	129.50	19	2693.60	4.89	272.06	1.23	2.58	1.57	84.27	30.00
R2	445.50	545.50	100.00	19	2080.00	4.79	274.45	2.57	3.00	1.59	122.06	30.00
R2	775.00	825.00	50.00	11	640.00	3.00	330.42	2.10	7.00	1.17	110.33	30.00

## 12.4 Verifica dei collettori (Cap A1 e S2)

Lotto 7 - (Cap A1)

VIADOTTO GENOVA

Tratto	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m <sup>2</sup> )	i <sub>i</sub> (%)	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
C_W_1	16658.04	16500.00	158.04	canale 0.6*0.6	2762.54	2.00	5.25	297.98	0.23	0.15	25.01	2.54
C_W_2	16500.00	16300.00	200.00	canale 0.6*0.6	6258.54	2.00	6.31	277.21	0.48	0.26	42.55	3.15
C_W_3	16300.00	16100.00	200.00	canale 0.6*0.6	9754.54	2.00	7.27	262.19	0.71	0.34	56.89	3.47
C_W_4	16100.00	15935.00	165.00	canale 0.6*0.6	12638.74	2.00	8.02	252.22	0.89	0.40	67.42	3.65
C_W_5	15935.00	15910.32	24.68	canale 0.6*0.6	13070.15	2.00	8.14	250.85	0.91	0.41	68.91	3.67
C_E_1	16602.94	16400.00	202.94	400	3419.54	2.00	8.84	242.76	0.23	0.26	64.79	0.64
C_E_2	16400.00	16200.00	200.00	500	6789.54	2.00	13.52	205.49	0.39	0.31	61.52	0.65
C_E_3	16200.00	16050.00	150.00	600	9317.04	2.00	17.92	183.91	0.48	0.31	51.59	0.51
C_E_4	16050.00	15900.00	150.00	600	11844.54	2.00	21.49	171.24	0.56	0.34	57.21	0.62
C_E_5	15900.00	15862.80	37.20	700	12471.36	2.00	22.75	167.46	0.58	0.32	45.57	0.44

N.B. con la dicitura C\_W\_1-2-3-4-5 e C\_E\_1-2-3-4-5 sono indicati rispettivamente i tratti del viadotto Genova della carreggiata in direzione Ovest (C\_W\_#) e in direzione Est (C\_E\_#).

Lotto 8 - (Cap A1)

VIADOTTO GENOVA

Tratto	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m <sup>2</sup> )	i <sub>i</sub> (%)	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
P01	15862.80	15777.69	85.11	800	13424.59	2.00	23.16	166.29	0.62	0.34	49.74	3.46
P02	15777.69	15777.69	11.20	1000	13424.59	0.50	23.25	166.03	0.62	0.45	52.24	2.05
P03	15777.69	15777.69	13.89	1000	13424.59	0.50	23.36	165.72	0.62	0.45	52.24	2.05
P04	15824.01	15824.01	11.96	1200	28180.28	0.60	23.44	165.51	1.30	0.59	56.98	2.64
P05	15824.01	Piazzale	10.00	1200	28180.28	0.60	23.50	165.33	1.29	0.59	56.95	2.64
P06	15910.32	15865.14	45.18	800	13790.77	2.00	8.33	248.49	0.95	0.44	65.27	3.81
P07	By-pass Monterosso	15865.14	19.60	400	392.39	0.50	4.84	307.66	0.03	0.13	38.88	0.99
P08	15865.14	15824.01	41.13	800	14755.69	2.00	8.51	246.44	1.01	0.46	68.12	3.86
P09	Piazzale	Piazzale	25.00	1200	28180.28	0.60	23.66	164.90	1.29	0.59	56.85	2.64

Lotto 8 - (Cap A1)

**VIADOTTO VARENNA**

Tratto	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m <sup>2</sup> )	i <sub>r</sub> (%)	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
<b>P10</b>	9537.80	9502.40	35.20	400	394.24	0.50	4.33	321.39	0.04	0.14	39.92	1.00
<b>P11</b>	9502.40	9428.50	73.80	400	1220.80	0.50	5.28	297.40	0.10	0.24	59.22	1.30
<b>P12</b>	9428.50	9384.50	44.20	500	1808.66	0.50	5.80	286.60	0.14	0.28	65.28	1.41
<b>P13</b>	9384.50	9384.50	16.44	500	1808.66	0.50	5.99	282.91	0.14	0.28	64.69	1.41
<b>P13bis</b>	9384.50	9426.00	62.00	630	2513.66	0.50	6.67	271.26	0.19	0.29	54.06	1.53
<b>P14</b>	9426.00	9426.00	9.00	630	2513.66	0.50	6.77	269.70	0.19	0.29	53.87	1.53
<b>P14bis</b>	9426.00	94.51	24.40	630	2513.66	0.50	7.03	265.62	0.19	0.29	53.37	1.52
<b>P15</b>	9605.00	9570.00	33.90	400	379.68	0.50	4.31	321.87	0.03	0.14	39.14	0.99
<b>P16</b>	9570.00	9484.00	84.90	400	1330.56	0.50	5.38	295.04	0.11	0.25	62.36	1.32
<b>P17</b>	9484.00	9451.10	31.50	500	1683.36	0.50	5.76	287.31	0.13	0.27	62.24	1.39
<b>P18</b>	9434.50	9451.10	15.48	400	173.38	0.50	4.07	329.45	0.02	0.09	26.29	0.80
<b>P19</b>	9451.10	9451.10	3.00	500	1856.74	0.50	5.80	286.62	0.15	0.29	66.51	1.42
<b>P19bis</b>	9451.10	piazzale	10.20	630	4370.40	0.50	7.13	264.14	0.32	0.42	78.91	1.69

Lotto 1B - (Cap A1)

VIADOTTO LEIRO												
Tratto	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m <sup>2</sup> )	i <sub>i</sub> (%)	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
LEI_WN_2	3238.54	3038.54	192.00	500	2458.00	0.43	8.47	246.88	0.17	0.29	59.00	1.40
LEI_WN_3	3038.54	2988.03	52.00	500	3076.80	1.01	8.90	242.17	0.21	0.26	51.43	2.03
2°tr	galleria Voltri Ovest	galleria Voltri Ovest	115.00	800	8715.62	1.00	11.75	217.11	0.53	0.38	55.49	2.56
LEI_WS_1	3238.54	3088.54	150.00	500	2940.00	0.50	6.38	276.06	0.23	0.34	68.40	1.58
LEI_WS_2	3088.54	3038.54	50.00	600	3920.00	0.50	6.87	268.13	0.29	0.35	58.53	1.70
LEI_WS_3	2988.78	3038.54	52.00	600	4403.60	0.50	7.37	260.82	0.32	0.37	62.04	1.73
LEI_EN_2	3237.28	2918.03	316.00	400	1041.60	0.50	9.33	237.75	0.07	0.19	46.98	1.19
LEI_ES_1	3237.28	3087.28	150.00	400	1680.00	0.50	5.25	297.88	0.14	0.30	74.70	1.38
LEI_ES_2	3087.28	2918.03	172.00	500	3575.60	0.50	7.04	265.59	0.26	0.39	77.80	1.61
PG52	Voltri versante	Voltri versante	5.50	800	13646.42	40.00	12.90	209.31	0.79	0.17	25.44	10.97
PG52bis	Voltri versante	Voltri versante	18.50	800	14078.92	40.00	12.92	209.13	0.82	0.18	25.84	11.06
MS1	Voltri versante	Voltri versante	13.00	800	14078.92	20.00	12.95	208.97	0.82	0.21	30.84	8.63
MS2	Voltri versante	Voltri versante	70.00	800	14078.92	25.00	13.07	208.18	0.81	0.20	29.06	9.34
MS3	Voltri versante	Voltri versante	40.00	800	14078.92	20.00	13.15	207.70	0.81	0.21	30.74	8.62
MS4	Voltri versante	Voltri versante	51.00	800	14078.92	10.00	13.28	206.92	0.81	0.25	36.83	6.71
MS5	Voltri versante	Voltri versante	32.00	800	14078.92	6.00	13.37	206.34	0.81	0.29	42.26	5.56
MS6	Voltri versante	Voltri versante	14.00	800	14078.92	1.00	13.46	205.83	0.80	0.51	74.86	2.78

N.B. con la dicitura LEI\_WN\_# e LEI\_WS\_# sono indicati rispettivamente i tratti nord (LEI\_WN\_#) e sud (LEI\_WS\_#) della carreggiata in direzione Ovest del viadotto Leiro. Mentre con la dicitura LEI\_EN\_# e LEI\_ES\_# sono indicati rispettivamente i tratti nord (LEI\_EN\_#) e sud (LEI\_ES\_#) della carreggiata in direzione Est del viadotto Leiro.

Lotto 8 - (Cap S2)

VIADOTTO LEIRO

Tratto	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m <sup>2</sup> )	i <sub>i</sub> (%)	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
P20	3369.00	3343.00	17.00	400	204.00	0.43	3.95	333.20	0.02	0.10	29.80	0.80
P21	3343.00	3343.00	6.00	400	204.00	2.55	4.02	331.01	0.02	0.07	19.04	1.50
P22	3340.78	3238.54	115.00	500	2458.00	0.50	6.18	279.42	0.19	0.30	60.89	1.52
P23	2988.03	2936.00	50.00	630	3626.80	0.91	9.31	237.90	0.24	0.28	52.07	2.03
P24	2936.00	2936.00	11.00	630	3681.80	0.50	9.42	236.77	0.24	0.34	63.31	1.61
P25	2931.00	2936.00	5.00	400	55.00	0.50	2.77	382.90	0.01	0.06	16.04	0.60
P26	2936.00	2936.00	8.50	630	3681.80	0.50	9.51	235.91	0.24	0.34	63.15	1.61
P29	3038.54	2985.58	52.96	630	5033.82	0.60	7.85	254.46	0.36	0.43	79.93	1.85
P28	2985.58	attr.	8.50	630	5033.82	0.60	7.92	253.49	0.35	0.43	79.62	1.85
P27	2985.58	galleria Voltri Ovest	174.00	800	8715.62	0.50	11.00	222.81	0.54	0.49	71.63	1.95
PG40	galleria Voltri Ovest	galleria Voltri Ovest	8.50	800	8715.62	1.00	11.81	216.71	0.52	0.38	55.43	2.55
PG41	galleria Voltri Ovest	galleria Voltri Ovest	10.00	800	8715.62	1.00	11.87	216.24	0.52	0.38	55.35	2.55
P30	3329.00	3293.25	28.00	400	313.60	0.50	4.03	330.65	0.03	0.12	35.83	0.95
P31	3293.25	3237.28	65.00	400	1041.60	0.50	4.89	306.50	0.09	0.22	54.61	1.26
P32	0.00	-	11.00	400	1041.60	4.30	9.40	237.05	0.07	0.11	32.10	2.62
P33	2918.03	2885.00	28.00	630	4930.80	0.50	9.67	234.36	0.32	0.42	78.99	1.69
P34	2918.03	galleria Voltri Est	160.00	630	4930.80	0.50	11.26	220.75	0.30	0.40	74.80	1.68
2°tr_E	0.00	galleria Voltri Est	110.00	630	4930.80	1.00	12.09	214.66	0.29	0.31	57.28	2.21
PG44	0.00	galleria Voltri Est	32.44	630	4930.80	1.00	12.34	212.97	0.29	0.30	57.00	2.20
cu_Pr6	0.00	0.00	22.00	800	13646.42	1.00	12.47	212.08	0.80	0.51	74.78	2.78
PG45	Voltri versante	Voltri versante	33.00	800	13646.42	1.00	12.67	210.77	0.80	0.50	74.39	2.77
PG46	Voltri versante	Voltri versante	9.50	800	13646.42	1.00	12.73	210.40	0.80	0.50	74.28	2.77
PG47	Voltri versante	Voltri versante	14.00	800	13646.42	40.00	12.75	210.26	0.80	0.17	25.50	10.98
PG48	Voltri versante	Voltri versante	10.50	800	13646.42	40.00	12.76	210.16	0.80	0.17	25.49	10.98
PG49	Voltri versante	Voltri versante	3.00	800	13646.42	1.00	12.78	210.04	0.80	0.50	74.17	2.77
PG50	Voltri versante	Voltri versante	10.00	800	13646.42	1.00	12.84	209.66	0.79	0.50	74.06	2.77
PG51	Voltri versante	Voltri versante	7.70	800	13646.42	1.00	12.89	209.36	0.79	0.50	73.97	2.77

Lotto 1B - (Cap S2)

IMBOCCO CIOCIA

Tratto	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m <sup>2</sup> )	i <sub>i</sub> (%)	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
P40	Viad. Casanova III	Gall. Ciocia	50.00	400	432.50	4.78	3.71	341.65	0.04	0.08	24.03	2.35
P41	Viad. Casanova III	Gall. Ciocia	10.30	400	432.50	0.50	3.87	335.83	0.04	0.15	43.04	1.04
P42	A25 esistente	A25 esistente	40.00	400	432.50	2.50	4.24	324.21	0.04	0.10	27.57	1.84
P43	A25 esistente	A25 esistente	247.00	500	432.50	5.32	6.07	281.47	0.03	0.07	15.89	2.24
P44	A25 esistente	A25 esistente	38.30	500	432.50	15.00	6.27	277.93	0.03	0.05	12.30	3.22

Lotto 1B - (Cap A1)

VIADOTTO CERUSA - BRIC DEL CARMO NORD

Tratto	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m <sup>2</sup> )	i <sub>i</sub> (%)	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
CER_W_2	2511.15	2271.15	240.00	500	5512.47	1.00	9.81	233.04	0.36	0.37	74.78	2.27
CER_E_2	2483.46	2333.46	150.00	500	4358.75	1.00	6.19	279.30	0.34	0.36	71.55	2.25
CER_E_3	2333.46	2265.89	67.57	600	5429.73	1.00	6.66	271.38	0.41	0.35	58.20	2.40
CER_E_5	2265.89	2216.70	49.19	600	6409.85	1.00	6.99	266.25	0.47	0.38	64.16	2.47
CER_R_E_1	1318.59	1300.00	18.59	600	6560.42	1.42	7.10	264.64	0.48	0.35	57.83	2.85
CER_R_E_2	1300.00	1260.00	40.00	600	6884.42	1.42	7.33	261.31	0.50	0.35	59.16	2.87

N.B. con la dicitura CER\_W\_# e CER\_E\_# sono indicati rispettivamente i tratti della carreggiata in direzione Ovest (CER\_W\_#) e Est (CER\_E\_#) del viadotto Cerusa. Con CER\_R\_E\_# sono invece indicati i tratti della Rampa 3 dell'interconnessione di Voltri.

Lotto 8 - (Cap A1)

VIADOTTO CERUSA - BRIC DEL CARMO NORD												
P50	2642.28	2587.10	55.00	400	616.00	1.00	3.92	334.28	0.06	0.15	43.10	1.47
P51	2599.10	2587.10	50.00	400	947.00	1.00	7.36	260.88	0.07	0.17	47.80	1.54
P52	2587.10	2562.30	27.00	400	1865.40	1.00	7.62	257.43	0.13	0.26	74.15	1.77
P53	2560.60	2511.15	49.45	400	2488.47	1.00	8.05	251.94	0.17	0.27	67.91	1.92
P54	2269.50	2243.90	25.00	630	5792.47	1.00	9.99	231.39	0.37	0.36	67.14	2.32
P55	2243.90	2195.60	39.00	630	5792.47	1.00	10.27	228.88	0.37	0.36	66.61	2.32
P56	2195.60	2195.60	11.60	630	5792.47	1.00	10.36	228.16	0.37	0.36	66.46	2.31
P57	2617.50	2583.46	25.00	400	396.25	1.00	4.20	325.24	0.04	0.12	33.46	1.29
P58	2583.46	2483.46	100.00	400	1981.25	1.00	5.08	301.89	0.17	0.26	65.64	1.90
P59	2213.90	2195.60	19.50	400	309.08	1.00	4.15	326.87	0.03	0.10	29.48	1.21
P60	2195.60	2175.80	18.50	630	6101.55	1.00	10.49	227.02	0.38	0.37	68.79	2.33
P61	2175.80	1059.00	38.20	630	6101.55	1.00	10.76	224.74	0.38	0.37	68.27	2.33
P62	1059.00	1059.00	5.50	800	7915.52	1.00	10.80	224.44	0.49	0.36	53.38	2.52
P63	2269.50	2243.90	6.50	800	6926.67	1.42	10.84	224.12	0.43	0.30	44.57	2.77
P64	2243.90	2169.10	74.80	800	14842.19	1.39	11.22	221.08	0.91	0.49	72.40	3.26
P65	2169.10	-	4.70	800	14842.19	2.00	11.24	220.92	0.91	0.43	63.31	3.78
P66	-	-	26.50	800	14842.19	1.20	11.39	219.82	0.91	0.52	76.69	3.05

Lotto 1B - (Cap S2)

IMBOCCO BRIC DEL CARMO SUD												
Tratto	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m <sup>2</sup> )	i <sub>i</sub> (%)	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
P70	0.00	0.00	46.00	400	1129.98	0.65	4.53	315.68	0.10	0.22	53.94	1.43

Lotto 1B - (Cap S2)

IMBOCCO DELLE GRAZIE SUD												
Tratto	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m <sup>2</sup> )	i <sub>i</sub> (%)	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
A_LEI_1	0.00	0.00	41.50	400	630.80	0.50	4.14	327.23	0.06	0.17	42.39	1.13
A_LEI_2	0.00	0.00	49.50	400	465.30	0.50	3.60	307.41	0.04	0.14	34.75	1.02

N.B. con la dicitura A\_LEI\_# sono indicati i tratti analizzati dell'Ampliamento del Viadotto Leiro esistente.

## 12.5 Verifica dei collettori (Cap S3-S4-S5-S6)

### Lotto 3 - (Cap S4)

#### INTERCONNESSIONE TORBELLA (WBS S4)

Tratto	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m <sup>2</sup> )	i <sub>l</sub> (%)	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
P100	2618.16	2595.16	23.00	400	92.00	4.00	3.27	358.87	0.01	0.04	12.06	1.42
P101	2595.16	2523.98	62.00	400	340.00	4.00	3.78	338.93	0.03	0.07	18.40	2.02
P102	2523.98	2504.14	23.00	400	92.00	4.00	3.97	332.56	0.01	0.08	22.19	2.05
P103	2504.14	2504.14	12.00	400	92.00	0.50	4.27	323.10	0.01	0.07	18.98	0.66
P104	2504.14	2504.14	20.00	400	92.00	3.80	4.52	315.98	0.01	0.04	11.49	1.34
P105	0.00	0.00	7.00	400	92.00	3.00	4.62	313.41	0.01	0.04	12.11	1.23
P106	3368.00	3470.97	100.00	400	1120.00	2.95	4.40	319.32	0.10	0.15	43.37	2.53
P108	3470.97	0.00	5.00	400	1120.00	0.50	4.47	317.46	0.10	0.27	77.20	1.26
P109	0.00	0.00	15.00	400	1460.00	1.00	4.61	313.58	0.13	0.25	71.33	1.76
P110	0.00	0.00	37.00	400	1552.00	1.00	4.96	304.73	0.13	0.25	73.22	1.77
P111	0.00	0.00	0.50	400	1552.00	1.00	4.96	304.62	0.13	0.25	73.19	1.77
P112	0.00	0.00	5.00	400	1552.00	1.00	5.01	303.49	0.13	0.25	72.97	1.77

### Lotto 1B - (Cap S6)

#### INTERCONNESSIONE GENOVA EST (WBS S6)

Tratto	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m <sup>2</sup> )	i <sub>l</sub> (%)	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
P142	401.00	461.00	60.00	500	1350.00	6.28	3.28	358.43	0.13	0.13	30.36	3.56
P143	461.00	461.00	11.80	500	1350.00	0.50	3.42	352.53	0.13	0.27	61.57	1.39
P144	461.00	461.00	56.00	500	1350.00	57.09	3.54	347.76	0.13	0.07	17.21	7.72

Lotto 4 - (Cap S6)

INTERCONNESSIONE GENOVA EST (WBS S6)

Tratto	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m <sup>2</sup> )	i <sub>i</sub> (%)	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
P120	36.00	126.20	90.20	400	1211.05	5.21	3.46	351.02	0.12	0.14	40.96	3.24
P121	126.20	147.20	21.00	400	1399.64	4.29	3.57	346.71	0.13	0.16	47.17	3.07
P122	147.20	176.90	29.70	400	1399.64	1.01	3.85	336.66	0.13	0.26	74.51	1.73
P123	176.90	176.90	8.75	500	1551.15	0.50	3.95	333.19	0.14	0.29	66.40	1.38
P124	176.90	126.20	7.30	500	1551.15	0.50	4.04	330.39	0.14	0.29	66.00	1.38
P125	176.90	126.20	20.00	400	1551.15	23.52	4.09	328.55	0.14	0.11	31.21	5.62
P126	640.00	580.00	60.00	400	768.00	4.12	3.38	354.37	0.08	0.12	34.17	2.65
P127	535.00	580.00	45.00	400	432.00	0.50	4.11	328.19	0.04	0.15	42.47	1.03
P128	580.00	535.00	6.00	500	1200.00	0.50	4.18	325.86	0.11	0.24	54.33	1.33
P129	511.50	556.00	44.50	400	1038.39	0.50	5.89	284.84	0.08	0.23	66.66	1.23
P129bis	496.00	511.50	15.50	400	469.29	0.50	3.68	342.72	0.04	0.16	45.59	1.06
P130	556.00	580.00	24.00	400	1038.39	0.50	6.22	278.85	0.08	0.23	65.65	1.22
P131	580.00	158.00	11.00	500	2238.39	1.00	6.31	277.19	0.17	0.25	58.39	1.93
P132	222.00	158.00	64.00	400	1184.40	6.25	3.31	357.34	0.12	0.13	38.70	3.48
P133	158.00	134.30	23.70	400	1184.40	5.27	4.50	316.53	0.10	0.13	37.95	3.16
P134	134.30	134.30	8.00	400	1979.60	2.87	4.55	315.25	0.17	0.21	61.04	2.87
P135	158.00	134.30	23.70	400	2650.77	5.40	6.41	275.41	0.20	0.19	55.17	3.79
P136	134.30	69.00	65.30	630	5766.59	0.90	6.87	268.04	0.43	0.42	78.76	2.26
P137	69.00	33.50	35.50	800	6384.29	0.50	7.12	264.33	0.47	0.44	64.58	1.90
P138	158.00	134.30	9.00	800	7935.44	0.50	7.20	263.22	0.58	0.52	76.13	1.97
P139	69.00	33.50	11.00	800	8121.74	0.50	7.29	261.90	0.59	0.52	77.39	1.97
P141	341.00	401.00	60.00	500	930.00	5.00	3.42	352.72	0.09	0.11	26.38	2.94

Lotto 2 - (Cap S3)

INTERCONNESSIONE BOLZANETO (WBS S3)

Tratto	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m <sup>2</sup> )	i <sub>l</sub> (%)	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
P150	1150.30	1058.40	91.90	400	1352.29	2.34	4.62	313.23	0.12	0.18	51.10	2.42
P151	1058.40	860.90	197.50	400	3850.66	2.37	6.17	279.73	0.30	0.30	73.99	3.00
SN_DX_2	860.90	679.20	181.70	400	3850.66	2.03	7.25	262.42	0.28	0.30	74.83	2.78
SN_SX_1	860.90	736.10	124.80	400	1578.72	2.38	4.06	329.61	0.14	0.18	45.98	2.56
SN_SX_2	736.10	679.20	56.90	400	2369.63	2.35	4.40	319.39	0.21	0.23	57.75	2.80
P152	0.00	0.00	22.60	630	6220.29	1.00	7.41	260.21	0.45	0.42	78.26	2.38
P152bis	0.00	0.00	31.60	630	6220.29	1.00	7.63	257.22	0.44	0.41	77.42	2.38
M_DX_1	429.57	350.00	79.57	400	604.73	4.71	3.52	348.66	0.06	0.10	23.84	2.55
M_SX_1	109.00	75.00	34.00	400	234.60	4.77	3.29	358.05	0.02	0.06	15.11	1.95
M_SX_2	75.00	40.00	63.00	400	669.30	5.57	3.67	343.05	0.06	0.10	23.85	2.77
M_DX_2	350.00	280.00	70.00	400	2361.13	4.71	4.10	328.41	0.22	0.19	47.52	3.66
M_DX_3	280.00	142.39	137.61	400	2361.13	4.36	4.75	309.83	0.20	0.19	46.99	3.50
P153	142.39	0.00	9.00	500	2361.13	1.00	4.83	307.92	0.20	0.28	64.90	2.00
P154	0.00	0.00	13.35	800	8581.42	1.00	7.50	259.06	0.62	0.42	61.54	2.65
M_SX_3	40.00	40.00	10.00	400	669.30	1.00	3.78	339.03	0.06	0.15	36.95	1.49
M_SX_4	280.00	192.43	85.00	400	778.60	5.02	3.50	349.27	0.08	0.11	26.67	2.81
M_SX_5	192.43	103.70	84.80	400	1555.37	3.49	3.98	332.09	0.14	0.16	41.13	2.95
P155	103.70	80.00	25.00	500	1792.87	1.55	4.17	326.21	0.16	0.21	49.27	2.25
SS_SX_1	P4	P2	44.00	400	148.75	1.22	4.90	306.26	0.01	0.06	15.62	1.01
SS_SX_2	P4	Sez9	68.40	400	1165.78	0.50	5.88	285.00	0.09	0.22	55.98	1.28
P156	Sez9	Sez9	15.20	630	2958.65	0.50	6.04	282.04	0.23	0.33	61.47	1.60
P157	0.00	0.00	63.35	400	741.82	0.90	5.46	293.35	0.06	0.16	45.81	1.43
P158	Sez18	Sez29	55.00	400	1742.82	0.50	6.13	280.38	0.14	0.29	73.23	1.38
SS_DX_2	Sez18	Sez29	77.40	500	2377.50	0.50	6.99	266.25	0.18	0.29	57.76	1.50
P159	0.00	0.00	11.50	630	2689.16	0.50	7.12	264.42	0.20	0.30	55.47	1.54
P160	Sez53	SP1-v.Secca-Sud	35.00	400	311.66	0.50	3.91	334.56	0.03	0.12	35.93	0.95
P161	Sez46	Sez52	26.50	630	5647.80	1.00	7.30	261.73	0.41	0.39	72.33	2.36
P162	Sez52	Sez58	29.00	630	5900.97	1.00	7.51	258.91	0.42	0.40	74.33	2.37
P163	Sez58	P9	8.50	630	5900.97	30.00	7.52	258.69	0.42	0.15	27.44	8.46

**INTERCONNESSIONE BOLZANETO (WBS S3)**

Tratto	Progr. inizio	Progr. fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m <sup>2</sup> )	i <sub>l</sub> (%)	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
<b>SN_SX_3</b>	P1	SPb	43.72	400	712.64	2.20	4.20	325.43	0.06	0.12	30.37	2.00
<b>P165</b>	SPb	SPb	17.50	400	712.64	0.50	4.45	318.07	0.06	0.19	55.86	1.16
<b>P166</b>	0.00	0.00	85.00	400	1605.14	1.90	5.06	302.31	0.13	0.21	59.29	2.31
<b>P167</b>	0.00	0.00	51.00	400	2176.34	1.10	5.49	292.87	0.18	0.27	66.39	2.00
<b>P168</b>	0.00	0.00	5.60	500	2246.11	1.00	5.53	291.88	0.18	0.26	60.51	1.95
<b>P169</b>	0.00	0.00	14.20	400	176.93	0.50	4.03	330.62	0.02	0.09	26.61	0.80
<b>P170</b>	0.00	0.00	12.46	630	2423.04	0.50	5.67	289.12	0.19	0.29	54.97	1.54
<b>P171</b>	0.00	0.00	6.50	630	2423.04	0.50	5.74	287.72	0.19	0.29	54.80	1.54
<b>P172</b>	0.00	0.00	26.50	400	499.50	24.07	20.21	175.43	0.02	0.04	12.53	3.56

N.B. con le seguenti diciture sono indicati rispettivamente:

- SN\_DX\_# e SN\_SX\_# lato destro e sinistro del viadotto Secca Nord;
- SS\_DX\_# e SS\_SX\_# lato destro e sinistro del viadotto Secca Sud;
- M\_DX\_# e M\_SX\_# lato destro e sinistro del viadotto Mercantile.

**Lotto 4 - (Cap S5)**

**INTERCONNESSIONE GENOVA OVEST (WBS S5)**

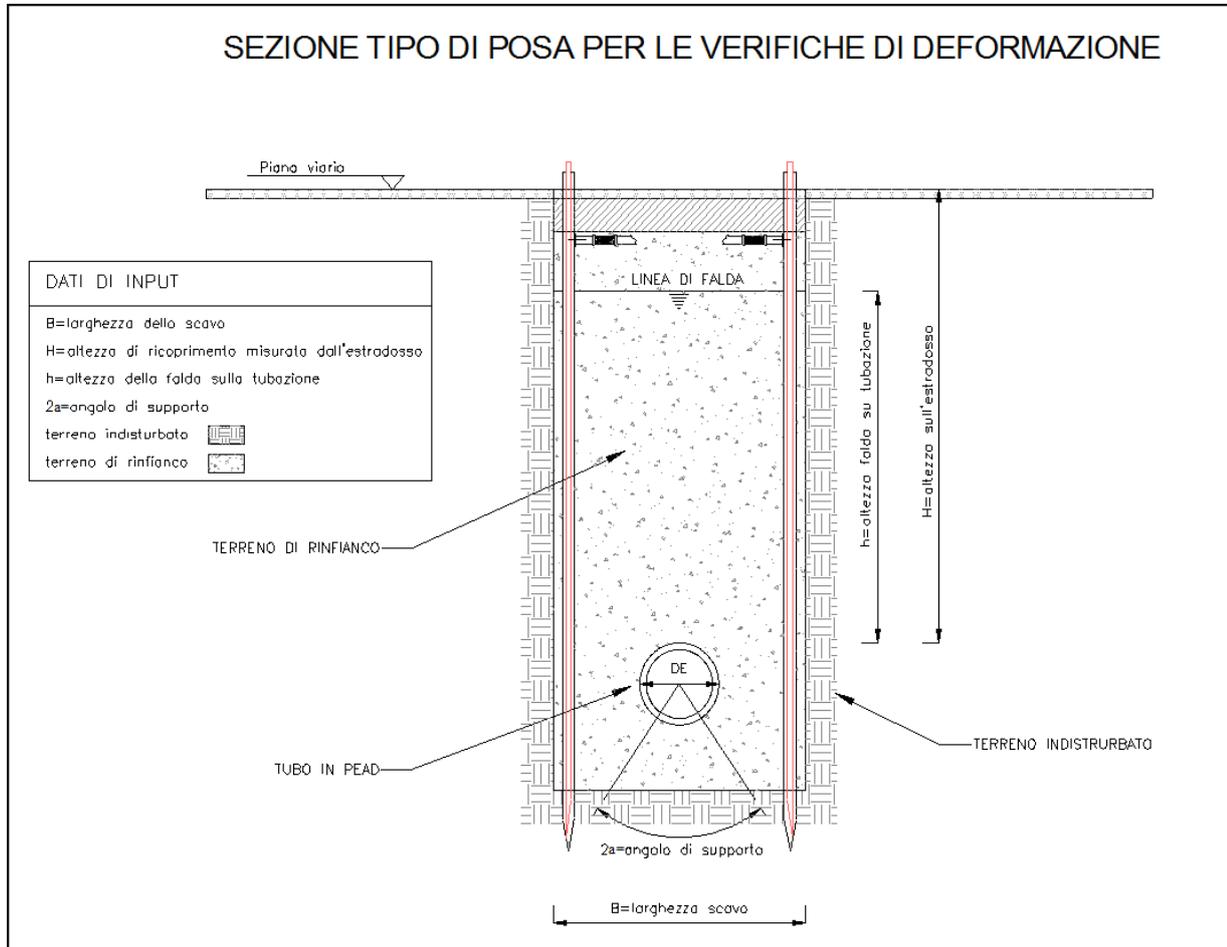
Tratto	PK inizio	PK fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m <sup>2</sup> )	i <sub>l</sub> (%)	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
<b>P180</b>	Piazzale Genova Ovest	Piazzale Genova Ovest	41.00	400	246.00	2.32	3.49	349.81	0.02	0.08	23.72	1.39
<b>P181</b>	Piazzale Genova Ovest	Piazzale Genova Ovest	34.50	400	393.99	0.50	3.67	342.84	0.04	0.05	14.64	4.37
<b>P182</b>	Piazzale Genova Ovest	Piazzale Genova Ovest	47.50	400	824.13	0.50	3.95	333.24	0.08	0.14	41.34	2.07
<b>P183</b>	Piazzale Genova Ovest	Piazzale Genova Ovest	14.50	400	989.72	12.00	4.02	330.83	0.09	0.16	45.49	2.17
<b>P184</b>	Piazzale Genova Ovest	Piazzale Genova Ovest	31.00	400	1343.74	2.26	4.38	319.94	0.12	0.16	44.82	2.91
<b>P186</b>	941.72	965.00	23.30	400	144.23	0.50	3.50	349.31	0.01	0.09	24.68	0.77
<b>P187</b>	993.33	965.00	28.30	400	175.18	3.53	3.29	358.16	0.02	0.06	16.95	1.64
<b>P188</b>	965.00	55.50	10.60	400	319.40	0.50	3.69	342.34	0.03	0.13	36.86	0.96
<b>P189</b>	45.65	55.55	9.90	400	229.53	0.50	3.19	362.62	0.02	0.11	31.91	0.89
<b>P190</b>	86.66	55.55	31.10	400	170.74	0.50	3.64	343.99	0.02	0.09	26.67	0.81
<b>P191</b>	55.55	0.00	23.00	400	180.62	0.50	4.16	326.42	0.02	0.09	26.72	0.81

### 12.6 Verifica dei collettori: Lotto 8 - (Cap S1)

Tratto	PK inizio	PK fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m <sup>2</sup> )	i <sub>i</sub> (%)	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
PV1	61.00	51.00	10.00	400	423.39	0.20	5.46	293.32	0.03	0.18	51.19	0.71
PV2	51.00	41.00	10.00	400	596.19	0.40	5.63	289.87	0.05	0.18	50.71	1.00
PV3	41.00	31.00	10.00	400	788.19	0.90	5.75	287.56	0.06	0.16	46.88	1.45
PV4	31.00	0.00	31.00	400	1335.39	1.45	6.01	282.54	0.10	0.19	55.06	1.96
PV5	0.00	-28.50	28.50	400	1930.59	1.86	6.21	278.88	0.15	0.22	64.00	2.34
PV6	0.00	0.00	0.00	400	1930.59	1.85	6.21	278.88	0.15	0.22	64.11	2.33
PV7	66.16	119.08	52.92	500	1164.24	0.20	6.21	278.94	0.09	0.25	50.80	0.90
PV8	119.08	172.00	52.92	600	2328.48	0.20	6.05	281.74	0.18	0.35	58.04	1.07
PV9	172.00	182.00	10.00	630	2590.48	0.20	6.21	278.94	0.20	0.42	78.13	1.07
PV10	182.00	192.00	10.00	800	2852.48	0.20	6.36	276.36	0.22	0.36	53.13	1.12
PV11	192.00	203.40	11.40	800	3151.16	0.20	6.52	273.59	0.24	0.38	56.14	1.15
PV12	175.00	235.00	60.00	400	785.68	0.20	11.32	220.35	0.05	0.22	63.14	0.76
PV13	235.00	265.00	30.00	400	1178.53	1.17	11.62	218.07	0.07	0.16	46.78	1.64
PV14	265.00	289.00	24.00	400	1492.80	1.13	11.85	216.38	0.09	0.19	54.12	1.72
PV15	0.00	0.00	10.00	400	1492.80	2.34	11.93	215.85	0.09	0.15	43.65	2.26
PV16	203.40	233.40	30.00	800	3937.16	0.47	6.83	268.78	0.29	0.33	49.20	1.66
PV17	233.40	264.50	31.10	800	4751.98	1.77	7.01	266.00	0.35	0.25	37.45	2.84
PV18	264.50	290.50	26.00	800	5456.58	2.46	7.14	264.08	0.40	0.25	36.77	3.32
PV19	290.50	290.50	19.00	800	5456.58	1.00	7.27	262.17	0.40	0.32	46.98	2.38
PV20	290.50	340.50	50.00	630	5456.58	3.46	7.49	259.12	0.39	0.25	46.96	3.79
PV21	340.50	387.00	46.50	630	5456.58	3.46	7.70	256.38	0.39	0.25	46.68	3.78
PV22	319.24	349.24	30.00	400	1464.00	3.27	3.69	342.18	0.14	0.18	51.12	2.86
PV23	349.24	387.26	38.02	400	2391.69	3.60	3.88	335.43	0.22	0.23	67.18	3.30
PV24	387.26	574.31	187.05	400	2391.69	3.45	4.86	307.04	0.20	0.22	64.09	3.19
PV25	387.26	582.00	194.74	600	9156.64	3.27	8.47	246.86	0.63	0.32	52.57	4.17
PV26	387.26	582.00	194.74	400	2391.69	2.81	5.98	283.18	0.19	0.20	51.07	2.91
PV27	200.00	175.00	25.00	500	996.14	0.68	4.68	311.68	0.09	0.19	43.42	1.41
PV28	175.00	150.00	25.00	630	1491.14	0.72	4.95	305.00	0.13	0.21	38.66	1.57
PV29	150.00	125.00	25.00	630	1986.14	0.44	5.24	298.12	0.16	0.28	51.60	1.41

Tratto	PK inizio	PK fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m <sup>2</sup> )	i <sub>i</sub> (%)	t <sub>a</sub> (min)	i (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
PV30	150.00	126.50	23.50	630	1986.14	0.38	5.54	291.79	0.16	0.28	53.10	1.33
PV31	104.66	82.82	21.84	500	777.50	0.37	4.12	327.74	0.07	0.20	46.25	1.06
PV32	82.82	62.82	20.00	630	1133.50	0.23	4.46	317.58	0.10	0.25	46.69	0.97
PV33	62.82	42.82	20.00	630	1489.50	0.15	4.84	307.58	0.13	0.33	61.57	0.88
PV34	42.82	22.82	20.00	630	1845.50	0.20	5.17	299.79	0.15	0.34	63.46	1.02
PV35	22.82	0.00	22.82	800	2251.70	0.15	5.57	291.21	0.18	0.35	51.86	0.96
PV36	10.00	0.00	10.00	800	2251.70	0.61	5.67	289.11	0.18	0.24	34.86	1.61
PV37	226.00	316.00	90.00	500	1710.00	0.29	6.45	274.75	0.13	0.28	56.89	1.13
PV38	0.00	0.00	0.00	500	1710.00	0.29	6.45	274.75	0.13	0.28	56.89	1.13
PV39	316.00	346.00	30.00	630	2334.00	1.17	6.70	270.78	0.18	0.22	40.55	2.05
PV40	346.00	376.00	30.00	630	2958.00	1.27	6.92	267.33	0.22	0.24	44.90	2.25
PV41	376.00	406.00	30.00	630	3582.00	1.37	7.13	264.25	0.26	0.26	48.71	2.42
PV42	406.00	436.00	30.00	630	4206.00	1.60	7.31	261.56	0.31	0.27	50.80	2.66
PV43	436.00	445.50	9.50	630	4403.60	1.89	7.37	260.79	0.32	0.27	49.57	2.87
PV44	445.50	445.50	19.00	630	4403.60	1.50	7.49	259.13	0.32	0.28	52.94	2.62
PV45	445.50	495.50	50.00	630	4403.60	1.92	7.78	255.28	0.31	0.26	48.77	2.87
PV46	495.50	545.50	50.00	630	4403.60	2.48	8.05	251.94	0.31	0.24	44.97	3.14
PV47	476.50	506.50	30.00	400	1268.80	2.17	5.01	303.62	0.11	0.17	49.43	2.30
PV48	506.50	536.50	30.00	400	1892.80	2.27	5.20	299.08	0.16	0.21	61.91	2.56
PV49	536.50	545.50	9.00	400	2080.00	1.89	5.26	297.70	0.17	0.24	70.44	2.42
PV50	545.50	620.00	74.50	400	3495.50	2.11	6.78	269.42	0.26	0.28	69.59	2.80
PV51	545.50	620.00	74.50	600	4403.60	2.20	8.46	246.99	0.30	0.23	39.00	2.96
PV52	620.00	775.00	155.00	600	7348.60	2.09	9.24	238.58	0.49	0.31	51.60	3.31
PV53	620.00	775.00	155.00	400	3495.50	2.11	7.71	256.17	0.25	0.27	67.04	2.78
PV54	775.00	795.00	20.00	400	640.00	0.50	3.29	358.16	0.06	0.20	56.26	1.16
PV56	620.00	620.00	30.00	800	11484.10	1.00	9.43	236.76	0.76	0.48	71.07	2.75
PV57	620.00	620.00	28.00	800	11484.10	1.00	9.60	235.10	0.75	0.48	70.68	2.75
PV62	6.50	29.00	22.50	1000	11975.83	0.50	8.65	244.93	0.81	0.53	62.14	2.19
PV63	29.00	110.00	81.00	800	12947.83	1.00	9.11	239.91	0.86	0.46	57.42	2.89
PV65	200.00	270.00	70.00	500	2191.50	0.77	3.84	337.02	0.21	0.31	72.33	1.80

### 13 ALLEGATO 2: VERIFICHE DEFORMAZIONI COLLETTORI IN PEAD



<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diámetro	DN =	400	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	E <sub>m</sub> =	150000	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	Corrugato		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	B =	0,700	m
Altezza sull'estradosso	H =	0,80	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ <sub>r</sub> =	20	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,70	
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E <sub>t</sub> =	14000	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ <sub>r</sub> =	16,4	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>	Trincea stretta		
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	K <sub>a</sub> =	0,271	
Coeff. di carico statico	χ =	0,927	
Carico idrostatico	Q <sub>id</sub> =	0,000	kN/m
<b>Carico statico</b>	Q <sub>st</sub> =	5,193	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	HT60		
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,375	
Tensione dinamica	σ <sub>z</sub> =	66,695	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	Q <sub>d</sub> =	36,682	kN/m
<b>Carico totale</b>	Q =	41,875	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
<b>Deformazione assoluta</b>	Δd =	8,28	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	δ =	2,070	%

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	DN =	400	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	E <sub>m</sub> =	150000	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	Corrugato		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	B =	0,700	m
Altezza sull'estradosso	H =	3,00	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfilcio	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ <sub>r</sub> =	20	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,70	
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E <sub>t</sub> =	14000	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ <sub>s</sub> =	16,4	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>	Trincea stretta		
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	K <sub>a</sub> =	0,271	
Coeff. di carico statico	χ =	2,117	
Carico idrostatico	Q <sub>id</sub> =	0,000	kN/m
<b>Carico statico</b>	Q <sub>st</sub> =	11,855	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	HT60		
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,1	
Tensione dinamica	σ <sub>z</sub> =	16,734	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	Q <sub>d</sub> =	7,363	kN/m
<b>Carico totale</b>	Q =	19,218	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
<b>Deformazione assoluta</b>	Δd =	3,80	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	δ =	0,950	%

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	DN =	500	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	E <sub>m</sub> =	150000	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	Corrugato		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	B =	0,800	m
Altezza sull'estradosso	H =	0,80	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ <sub>r</sub> =	20	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,70	
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E <sub>t</sub> =	14000	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ <sub>s</sub> =	16,4	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>	Trincea stretta		
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	K <sub>a</sub> =	0,271	
Coeff. di carico statico	χ =	0,832	
Carico idrostatico	Q <sub>id</sub> =	0,000	kN/m
<b>Carico statico</b>	Q <sub>st</sub> =	6,657	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	HT60		
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,375	
Tensione dinamica	σ <sub>z</sub> =	66,695	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	Q <sub>d</sub> =	45,853	kN/m
<b>Carico totale</b>	Q =	52,510	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
<b>Deformazione assoluta</b>	Δd =	10,38	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	δ =	2,076	%

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	DN =	500	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	E <sub>m</sub> =	150000	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	Corrugato		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	B =	0,800	m
Altezza sull'estradosso	H =	3,00	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ <sub>r</sub> =	20	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,70	
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E <sub>t</sub> =	14000	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ <sub>s</sub> =	16,4	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>	Trincea stretta		
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	K <sub>a</sub> =	0,271	
Coeff. di carico statico	χ =	2,000	
Carico idrostatico	Q <sub>id</sub> =	0,000	kN/m
<b>Carico statico</b>	Q <sub>st</sub> =	<b>16,001</b>	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	HT60		
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,1	
Tensione dinamica	σ <sub>z</sub> =	16,734	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	Q <sub>d</sub> =	<b>9,204</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	Q =	<b>25,205</b>	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
<b>Deformazione assoluta</b>	Δd =	4,98	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	δ =	<b>0,997</b>	%

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	DN =	630	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	E <sub>m</sub> =	150000	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	<b>Corrugato</b>		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	B =	1,000	m
Altezza sull'estradosso	H =	0,80	m
Tipologia del terreno indisturbato	<b>Terreno misto compatto</b>		
Tipologia del terreno di rinfianco	<b>Terreno misto compatto</b>		
Peso specifico rinterro	γ <sub>r</sub> =	20	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,70	
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	<b>Alta</b>		
Modulo di elasticità terreno	E <sub>t</sub> =	14000	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ <sub>v</sub> =	16,4	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>			
<b>Trincea larga</b>			
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	K <sub>a</sub> =	0,271	
Coeff. di carico statico	χ =	0,690	
Carico idrostatico	Q <sub>id</sub> =	0,000	kN/m
<b>Carico statico</b>	<b>Q<sub>st</sub> =</b>	<b>10,080</b>	<b>kN/m</b>
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	<b>HT60</b>		
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,375	
Tensione dinamica	σ <sub>z</sub> =	66,695	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	<b>Q<sub>d</sub> =</b>	<b>57,775</b>	<b>kN/m</b>
<b>Carico totale</b>	<b>Q =</b>	<b>67,855</b>	<b>kN/m</b>
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
<b>Deformazione assoluta</b>	<b>Δd =</b>	<b>13,42</b>	<b>mm</b>
<b>Deformazione relativa %</b>	<b>δ =</b>	<b>2,129</b>	<b>%</b>

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	$DN =$	<b>630</b>	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	$SN =$	<b>8</b>	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	$E_m =$	<b>150000</b>	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	<b>Corrugato</b>		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	$B =$	<b>1,000</b>	m
Altezza sull'estradosso	$H =$	<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	$\gamma_r =$	<b>20</b>	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	$\varphi =$	<b>35</b>	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	$\mu =$	<b>0,70</b>	
Angolo di supporto	$2\alpha =$	<b>0</b>	°
Tipo di compattazione	<b>Alta</b>		
Modulo di elasticità terreno	$E_t =$	<b>14000</b>	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	$h =$	<b>0</b>	m
Peso specifico sommerso del riempimento	$\gamma_s =$	<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	$K_a =$	<b>0,271</b>	
Coeff. di carico statico	$\chi =$	<b>1,791</b>	
Carico idrostatico	$Q_{id} =$	<b>0,000</b>	kN/m
<b>Carico statico</b>	$Q_{st} =$	<b>22,567</b>	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	<b>HT60</b>		
Carico per ruota	$P =$	<b>100</b>	kN/ruota
Coeff. dinamico	$\omega =$	<b>1,1</b>	
Tensione dinamica	$\sigma_z =$	<b>16,734</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	$Q_d =$	<b>11,597</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	$Q =$	<b>34,164</b>	kN/m
Coeff. di sottofondo	$K =$	<b>0,121</b>	
Coeff. di deformazione differita	$F =$	<b>1,5</b>	
<b>Deformazione assoluta</b>	$\Delta d =$	<b>6,75</b>	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	$\delta =$	<b>1,072</b>	%

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	$DN =$	<b>800</b>	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	$SN =$	<b>8</b>	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	$E_m =$	<b>150000</b>	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	<b>Corrugato</b>		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	$B =$	<b>1,100</b>	m
Altezza sull'estradosso	$H =$	<b>0,80</b>	m
Tipologia del terreno indisturbato	<b>Terreno misto compatto</b>		
Tipologia del terreno di rinfianco	<b>Terreno misto compatto</b>		
Peso specifico rinterro	$\gamma_r =$	<b>20</b>	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	$\varphi =$	<b>35</b>	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	$\mu =$	<b>0,70</b>	
Angolo di supporto	$2\alpha =$	<b>0</b>	°
Tipo di compattazione	<b>Alta</b>		
Modulo di elasticità terreno	$E_t =$	<b>14000</b>	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	$h =$	<b>0</b>	m
Peso specifico sommerso del riempimento	$\gamma_s =$	<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	$K_a =$	<b>0,271</b>	
Coeff. di carico statico	$\chi =$	<b>0,636</b>	
Carico idrostatico	$Q_{id} =$	<b>0,000</b>	kN/m
<b>Carico statico</b>	$Q_{st} =$	<b>12,800</b>	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	<b>HT60</b>		
Carico per ruota	$P =$	<b>100</b>	kN/ruota
Coeff. dinamico	$\omega =$	<b>1,375</b>	
Tensione dinamica	$\sigma_z =$	<b>66,695</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	$Q_d =$	<b>73,365</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	$Q =$	<b>86,165</b>	kN/m
Coeff. di sottofondo	$K =$	<b>0,121</b>	
Coeff. di deformazione differita	$F =$	<b>1,5</b>	
<b>Deformazione assoluta</b>	$\Delta d =$	<b>17,04</b>	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	$\delta =$	<b>2,129</b>	%

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	DN =	800	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	E <sub>m</sub> =	150000	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	Corrugato		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	B =	1,100	m
Altezza sull'estradosso	H =	3,00	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ <sub>r</sub> =	20	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E <sub>t</sub> =	14000	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ <sub>s</sub> =	16,4	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>			
Trincea stretta			
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	K <sub>a</sub> =	0,271	
Coeff. di carico statico	χ =	1,699	
Carico idrostatico	Q <sub>id</sub> =	0,000	kN/m
Carico statico	Q <sub>st</sub> =	29,903	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	HT60		
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,1	
Tensione dinamica	σ <sub>z</sub> =	16,734	kN/m <sup>2</sup>
Carico dinamico	Q <sub>d</sub> =	14,726	kN/m
Carico totale	Q =	44,629	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
Deformazione assoluta	Δd =	8,82	mm
Deformazione relativa %	δ =	1,103	%

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	DN =	1000	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	E <sub>m</sub> =	150000	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	Corrugato		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	B =	1,300	m
Altezza sull'estradosso	H =	0,80	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ <sub>r</sub> =	20	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,70	
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E <sub>t</sub> =	14000	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ <sub>r</sub> =	16,4	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>	Trincea larga		
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	K <sub>a</sub> =	0,271	
Coeff. di carico statico	χ =	0,549	
Carico idrostatico	Q <sub>idr</sub> =	0,000	kN/m
<b>Carico statico</b>	Q <sub>st</sub> =	16,000	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	HT60		
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,375	
Tensione dinamica	σ <sub>z</sub> =	66,695	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	Q <sub>d</sub> =	91,706	kN/m
<b>Carico totale</b>	Q =	107,706	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
<b>Deformazione assoluta</b>	Δd =	21,29	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	δ =	2,129	%

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	DN =	1000	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	E <sub>m</sub> =	150000	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	Corrugato		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	B =	1,300	m
Altezza sull'estradosso	H =	3,00	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ <sub>r</sub> =	20	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,70	
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E <sub>t</sub> =	14000	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ <sub>s</sub> =	16,4	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>	Trincea stretta		
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	K <sub>a</sub> =	0,271	
Coeff. di carico statico	χ =	1,537	
Carico idrostatico	Q <sub>id</sub> =	0,000	kN/m
<b>Carico statico</b>	Q <sub>st</sub> =	39,973	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	HT60		
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,1	
Tensione dinamica	σ <sub>z</sub> =	16,734	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	Q <sub>d</sub> =	18,407	kN/m
<b>Carico totale</b>	Q =	58,381	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
<b>Deformazione assoluta</b>	Δd =	11,54	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	δ =	1,154	%

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diámetro	DN =	1200	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	8	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	E <sub>m</sub> =	150000	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	<b>Corrugato</b>		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	B =	1,500	m
Altezza sull'estradosso	H =	0,80	m
Tipologia del terreno indisturbato	<b>Terreno misto compatto</b>		
Tipologia del terreno di rinfianco	<b>Terreno misto compatto</b>		
Peso specifico rinterro	γ <sub>r</sub> =	20	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,70	
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	<b>Alta</b>		
Modulo di elasticità terreno	E <sub>t</sub> =	14000	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ <sub>v</sub> =	16,4	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>	<b>Trincea larga</b>		
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	K <sub>a</sub> =	0,271	
Coeff. di carico statico	χ =	0,483	
Carico idrostatico	Q <sub>idr</sub> =	0,000	kN/m
<b>Carico statico</b>	Q <sub>st</sub> =	19,200	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	<b>HT60</b>		
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,375	
Tensione dinamica	σ <sub>z</sub> =	66,695	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	Q <sub>d</sub> =	110,047	kN/m
<b>Carico totale</b>	Q =	129,247	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
<b>Deformazione assoluta</b>	Δd =	25,55	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	δ =	2,129	%

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	$DN =$	<b>1200</b>	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	$SN =$	<b>8</b>	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	$E_m =$	<b>150000</b>	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	<b>Corrugato</b>		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	$B =$	<b>1,800</b>	m
Altezza sull'estradosso	$H =$	<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	$\gamma_r =$	<b>20</b>	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	$\varphi =$	<b>35</b>	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	$\mu =$	<b>0,70</b>	°
Angolo di supporto	$2\alpha =$	<b>0</b>	°
Tipo di compattazione	<b>Alta</b>		
Modulo di elasticità terreno	$E_t =$	<b>14000</b>	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della faida sulla tubazione	$h =$	<b>0</b>	m
Peso specifico sommerso del riempimento	$\gamma_s =$	<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	$K_a =$	<b>0,271</b>	
Coeff. di carico statico	$\chi =$	<b>1,235</b>	
Carico idrostatico	$Q_{id} =$	<b>0,000</b>	kN/m
<b>Carico statico</b>	$Q_{st} =$	<b>53,358</b>	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
<b>Tipologia di traffico (DIN 1072)</b>			
<b>HT60</b>			
Carico per ruota	$P =$	<b>100</b>	kN/ruota
Coeff. dinamico	$\omega =$	<b>1,1</b>	
Tensione dinamica	$\sigma_z =$	<b>16,734</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	$Q_d =$	<b>22,089</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	$Q =$	<b>75,447</b>	kN/m
Coeff. di sottofondo	$K =$	<b>0,121</b>	
Coeff. di deformazione differita	$F =$	<b>1,5</b>	
<b>Deformazione assoluta</b>	$\Delta d =$	<b>14,92</b>	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	$\delta =$	<b>1,243</b>	%

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	DN =	400	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	16	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	E <sub>m</sub> =	150000	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	Corrugato		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	B =	0.700	m
Altezza sull'estradosso	H =	0.80	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ <sub>r</sub> =	20	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0.70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E <sub>t</sub> =	14000	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	16.4	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>			
Trincea stretta			
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	K <sub>a</sub> =	0.271	
Coeff. di carico statico	χ =	0.927	
Carico idrostatico	Q <sub>idr</sub> =	0.000	kN/m
<b>Carico statico</b>	<b>Q<sub>st</sub> =</b>	<b>5.193</b>	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
HT60			
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1.375	
Tensione dinamica	σ <sub>z</sub> =	66.695	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	<b>Q<sub>d</sub> =</b>	<b>36.682</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	<b>Q =</b>	<b>41.875</b>	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0.121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1.5	
<b>Deformazione assoluta</b>	<b>Δd =</b>	<b>7.74</b>	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	<b>δ =</b>	<b>1.935</b>	%
<b>Tubazione verificata</b>			

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	DN =	400	mm
Rigidità circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	16	kN/m <sup>2</sup>
Modulo di elasticità	E <sub>m</sub> =	150000	kN/m <sup>2</sup>
Tipo di parete	<b>Corrugato</b>		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	B =	0.700	m
Altezza sull'estradosso	H =	3.00	m
Tipologia del terreno indisturbato	<b>Terreno misto compatto</b>		
Tipologia del terreno di rinfianco	<b>Terreno misto compatto</b>		
Peso specifico rinterro	γ <sub>r</sub> =	20	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0.70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	<b>Alta</b>		
Modulo di elasticità terreno	E <sub>t</sub> =	14000	kN/m <sup>2</sup>
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	16.4	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>			
<b>Trincea stretta</b>			
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	K <sub>a</sub> =	0.271	
Coeff. di carico statico	χ =	2.117	
Carico idrostatico	Q <sub>idr</sub> =	0.000	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	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1.1	
Tensione dinamica	σ <sub>z</sub> =	16.734	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	K =	0.121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1.5	
<b>Deformazione assoluta</b>	<b>Δd =</b>	<b>3.55</b>	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	<b>δ =</b>	<b>0.888</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>16</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>0.800</b>	m
Altezza sull'estradosso	<b>H =</b>	<b>0.80</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>0.832</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>6.657</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>1.375</b>	
Tensione dinamica	<b>σ<sub>z</sub> =</b>	<b>66.695</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	<b>Q<sub>d</sub> =</b>	<b>45.853</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	<b>Q =</b>	<b>52.510</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>9.71</b>	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	<b>δ =</b>	<b>1.941</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>16</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>0.800</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 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>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>2.000</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>16.001</b>	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	<b>HT60</b>		
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>9.204</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	<b>Q =</b>	<b>25.205</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>4.66</b>	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	<b>δ =</b>	<b>0.932</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>16</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>0.80</b>	m
Tipologia del terreno indisturbato	<b>Terreno misto compatto</b>		
Tipologia del terreno di rinfiacco	<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>0.690</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>10.080</b>	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	<b>HT60</b>		
Carico per ruota	<b>P =</b>	<b>100</b>	kN/ruota
Coeff. dinamico	<b>ω =</b>	<b>1.375</b>	
Tensione dinamica	<b>σ<sub>z</sub> =</b>	<b>66.695</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	<b>Q<sub>d</sub> =</b>	<b>57.775</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	<b>Q =</b>	<b>67.855</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>12.54</b>	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	<b>δ =</b>	<b>1.991</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>16</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>6.31</b>	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	<b>δ =</b>	<b>1.002</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>16</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>0.80</b>	m
Tipologia del terreno indisturbato	<b>Terreno misto compatto</b>		
Tipologia del terreno di rinfiacco	<b>Terreno misto compatto</b>		
Peso specifico rinterro	<b>γ<sub>r</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>0.636</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>12.800</b>	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	<b>HT60</b>		
Carico per ruota	<b>P =</b>	<b>100</b>	kN/ruota
Coeff. dinamico	<b>ω =</b>	<b>1.375</b>	
Tensione dinamica	<b>σ<sub>z</sub> =</b>	<b>66.695</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico dinamico</b>	<b>Q<sub>d</sub> =</b>	<b>73.365</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	<b>Q =</b>	<b>86.165</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>15.93</b>	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	<b>δ =</b>	<b>1.991</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>16</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>3.00</b>	m
Tipologia del terreno indisturbato	<b>Terreno misto compatto</b>		
Tipologia del terreno di rinfiacco	<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>1.699</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>29.903</b>	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
<b>Tipologia di traffico (DIN 1072)</b>			
<b>HT60</b>			
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>14.726</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	<b>Q =</b>	<b>44.629</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>8.25</b>	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	<b>δ =</b>	<b>1.031</b>	%
<b>Tubazione verificata</b>			

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	$DN =$	1000	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	$SN =$	16	$kN/m^2$
Modulo di elasticità	$E_m =$	150000	$kN/m^2$
Tipo di parete	Corrugato		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	$B =$	1.300	m
Altezza sull'estradosso	$H =$	0.80	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfiaccio	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	$\gamma_t =$	20	$kN/m^3$
Angolo di attrito interno	$\varphi =$	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	$\mu =$	0.70	°
Angolo di supporto	$2\alpha =$	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	$E_t =$	14000	$kN/m^2$
Altezza della falda sulla tubazione	$h =$	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	$\gamma' =$	16.4	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>	Trincea larga		
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	$K_a =$	0.271	
Coeff. di carico statico	$\chi =$	0.549	
Carico idrostatico	$Q_{idr} =$	0.000	$kN/m$
<b>Carico statico</b>	$Q_{st} =$	16.000	$kN/m$
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	HT60		
Carico per ruota	$P =$	100	$kN/ruota$
Coeff. dinamico	$\omega =$	1.375	
Tensione dinamica	$\sigma_z =$	66.695	$kN/m^2$
<b>Carico dinamico</b>	$Q_d =$	91.706	$kN/m$
<b>Carico totale</b>	$Q =$	107.706	$kN/m$
Coeff. di sottofondo	$K =$	0.121	
Coeff. di deformazione differita	$F =$	1.5	
<b>Deformazione assoluta</b>	$\Delta d =$	19.91	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	$\delta =$	1.991	%
<b>Tubazione verificata</b>			

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	<b>DN =</b>	<b>1000</b>	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	<b>SN =</b>	<b>16</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>1.300</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 rinfiacco	<b>Terreno misto compatto</b>		
Peso specifico rinterro	<b>γ<sub>r</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>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>1.537</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>39.973</b>	kN/m
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
<b>Tipologia di traffico (DIN 1072)</b>			
<b>HT60</b>			
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>18.407</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	<b>Q =</b>	<b>58.381</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>10.79</b>	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	<b>δ =</b>	<b>1.079</b>	%
<b>Tubazione verificata</b>			

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	$DN =$	1200	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	$SN =$	16	$kN/m^2$
Modulo di elasticità	$E_m =$	150000	$kN/m^2$
Tipo di parete	Corrugato		
<b>Dati dello scavo</b>			
Larghezza	$B =$	1.500	m
Altezza sull'estradosso	$H =$	0.80	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfiaccio	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	$\gamma_t =$	20	$kN/m^3$
Angolo di attrito interno	$\varphi =$	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	$\mu =$	0.70	°
Angolo di supporto	$2\alpha =$	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	$E_t =$	14000	$kN/m^2$
Altezza della falda sulla tubazione	$h =$	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	$\gamma' =$	16.4	
<b>Verifica tipo di trincea (UNI 7517)</b>			
Trincea larga			
<b>Determinazione carico statico</b>			
Coeff. di spinta attiva	$K_a =$	0.271	
Coeff. di carico statico	$\chi =$	0.483	
Carico idrostatico	$Q_{idr} =$	0.000	$kN/m$
<b>Carico statico</b>	$Q_{st} =$	19.200	$kN/m$
<b>Determinazione carico dinamico</b>			
HT60			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	$P =$	100	$kN/ruota$
Coeff. dinamico	$\omega =$	1.375	
Tensione dinamica	$\sigma_z =$	66.695	$kN/m^2$
<b>Carico dinamico</b>	$Q_d =$	110.047	$kN/m$
<b>Carico totale</b>	$Q =$	129.247	$kN/m$
Coeff. di sottofondo	$K =$	0.121	
Coeff. di deformazione differita	$F =$	1.5	
<b>Deformazione assoluta</b>	$\Delta d =$	23.89	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	$\delta =$	1.991	%
<b>Tubazione verificata</b>			

<b>Verifica secondo Marston-Spangler</b>			
<b>Dati dimensionali del Tubo</b>			
Diametro	<b>DN =</b>	<b>1200</b>	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	<b>SN =</b>	<b>16</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>1.500</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>1.401</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>50.454</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>22.089</b>	kN/m
<b>Carico totale</b>	<b>Q =</b>	<b>72.543</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>13.41</b>	mm
<b>Deformazione relativa %</b>	<b>δ =</b>	<b>1.117</b>	%
<b>Tubazione verificata</b>			