



COMMISSARIO DELEGATO PER L'EMERGENZA
DETERMINATASI NEL SETTORE DEL TRAFFICO E DELLA MOBILITÀ NEL
TERRITORIO DELLE PROVINCE DI TREVISO E VICENZA

SUPERSTRADA A PEDAGGIO PEDEMONTANA VENETA

CONCESSIONARIO			PROGETTISTA				
<p>SPV srl Via Inverio, 24/A 10146 Torino</p>	<p>Società di progetto ai sensi dell'art. 156 D.LGS 163/06 subentrato all'ATI</p> <p align="center">Consortio Stabito fra le Imprese:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> </div> <p><small>SJS S.p.A. Via Inverio, 24/A 10146 TORINO Sacyr Construcción S.A. S.A. ING S.p.A. SIPAL S.p.A. BIPERAS INFRACRANICA S.p.A. Via Inverio, 24/A 10146 TORINO</small></p>		<p>SIPAL S.p.A. Via Inverio, 24/A 10146 Torino</p> <p><small>SIPAL S.p.A. SOCIETÀ DI INGEGNERIA PER ASSISTENZA LOGISTICA VIA INVORIO N. 24/A 10146 TORINO</small></p>				
<p align="center">RESPONSABILE PROGETTAZIONE</p> <p>ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO 1211 <i>Dott. Ing. Claudio Dogliani</i></p>	<p align="center">RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</p>		<p align="center">SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE DELL'INFRASTRUTTURA E DELLE OPERE CIVILI</p>				
<p align="center">COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p>	<p align="center">GEOLOGO</p>						
<p>N. Progr. _____ Cartella N. _____</p>	<h2>PROGETTO DEFINITIVO</h2> <p>(C.U.P. H51B03000050009)</p>		<p>LOTTO 3 - TRATTA "C" dal Km. 74+075 al Km 75+625</p>				
<p>TITOLO ELABORATO:</p> <h2>DOCUMENTAZIONE GENERALE IDROLOGIA E IDRAULICA</h2> <p>Relazione idraulica</p>							
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">P</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">V</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">D</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">I</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">D</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">P</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">G</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">E</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">3</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">C</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">-</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">2</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">R</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">0</div> </div> <div style="margin-left: 20px;"> <p>SCALA: _____</p> </div>							
REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
0	PRIMA EMISSIONE	I.C.Srl	24/03/2014	SIPAL	26/03/2014	SIS	28/03/2014
<p>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:</p> <p align="center">Ing. Giuseppe FASIOL</p>		<p>IL COMMISSARIO:</p> <p align="center">Ing. Silvano VERNIZZI</p>		<p><input type="checkbox"/> VALIDAZIONE:</p> <p>PROTOCOLLO : _____</p> <p>DEL: _____</p>			

INDICE

INDICE	1
1. PREMESSE	4
1.1 Resoconto incontro con A.A.T.O.	6
1.1.1 <i>Introduzione alle migliorie apportate al progetto</i>	7
2. INQUADRAMENTO GENERALE	9
2.1 Opere idrauliche in progetto	9
2.2 Riferimenti normativi	9
2.3 Acque di prima pioggia	10
2.4 Direttiva Acque 2000/60 - Water Framework Directive	12
2.5 Direttiva 2008/105/CE del 16 dicembre 2008	13
3. DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA STRADALE	15
3.1 Asse principale	16
3.1.1 <i>Viabilità in rilevato</i>	16
3.1.1.1 Descrizione degli elementi comuni	16
3.1.1.2 Sezioni in rettilineo.....	18
3.1.1.3 Sezione in curva	19
3.1.2 <i>Viabilità su muri</i>	19
3.1.3 <i>Viabilità in trincea con scarpate</i>	21
3.1.3.1 Descrizione degli elementi comuni	22
3.1.3.2 Sezioni in rettilineo.....	23
3.1.3.3 Sezione in curva	24
3.1.4 <i>Viabilità tra muri</i>	25
3.1.5 <i>Viabilità tra diaframmi</i>	25
3.1.5.1 Sezioni in rettilineo.....	25
3.1.5.2 Sezioni in curva.....	26
3.1.6 <i>Viabilità nei tratti in trincea a falda elevata o a trattamento totale</i>	26
3.1.6.1 Sezioni in rettilineo.....	26
3.1.6.2 Sezioni in curva.....	27
3.1.7 <i>Viabilità in galleria</i>	27
3.1.8 <i>Viabilità in viadotto</i>	28
3.2 Raccolta acque nelle zone a protezione totale	29
3.3 Raccolta acque nelle zone a protezione parziale	30
3.3.1 <i>Tratti in trincea</i>	31

3.3.2	<i>Tratti in rilevato</i>	32
3.4	Svincoli	32
3.5	Aree di servizio e caselli	32
3.6	Opere connesse e viabilità interferita	33
3.6.1	<i>Viabilità in rilevato</i>	33
3.6.2	<i>Viabilità in trincea</i>	34
3.6.3	<i>Viabilità in viadotto</i>	34
3.7	I bacini di laminazione e/o fitodepurazione	35
4.	DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	36
4.1	Analisi idrologica.....	36
4.2	Tempi di ritorno di calcolo.....	37
4.3	Calcolo delle portate di progetto	37
4.3.1	<i>Smaltimento in trincee e pozzi disperdenti e vasche di fitodepurazione</i>	38
4.3.2	<i>Smaltimento in ricettori superficiali</i>	43
4.3.3	<i>Basi teoriche</i>	44
4.3.4	<i>Portata in uscita costante</i>	45
4.3.5	<i>Portata in uscita variabile</i>	46
5.	SISTEMA DI DISPERSIONE	48
5.1	Dimensionamento del sistema di dispersione	48
5.2	Infiltrazione da trincea disperdente.....	50
5.3	Infiltrazione da pozzi.....	51
5.4	Infiltrazione dal fosso	52
5.5	Infiltrazione da bacino.....	53
5.6	Protezione delle scarpate in trincea tramite diaframma plastico.....	54
6.	CICLO DI TRATTAMENTO	58
6.1	Rete di prima pioggia.....	59
6.2	Pozzetto scolmatore (opzionale nei tratti in cui la raccolta non è separata – ponti e viadotti).....	60
6.3	Impianto per trattamento acque provenienti dalla sede stradale	62
6.3.1	<i>Funzionamento sistema di filtrazione Stormfilter™</i>	64
6.4	Descrizione degli impianti di trattamento	70
6.4.1	<i>Vasca di filtrazione</i>	70
6.4.2	<i>Vasca multifunzione prefabbricata</i>	71

6.4.3	<i>Sistema di monitoraggio</i>	71
6.4.4	<i>Vasca di accumulo degli sversamenti accidentali</i>	71
6.5	Funzionamento sistemi di trattamento nel caso di sversamenti accidentali.....	71
6.5.1	<i>Condizione di normale funzionamento</i>	71
6.5.2	<i>Sversamento accidentale senza precipitazioni piovose</i>	72
6.5.3	<i>Sversamento accidentale olio con precipitazioni piovose</i>	72
6.5.4	<i>Precipitazione piovosa senza sversamento accidentale</i>	72
6.5.5	<i>Nessun sversamento accidentale con/senza precipitazioni nevose</i>	73
6.6	Impianto trattamento acque provenienti dai caselli.....	73
6.6.1	<i>Vasca di prima pioggia</i>	74
6.6.2	<i>Vasca multifunzione prefabbricata</i>	75
6.6.3	<i>Sistema di monitoraggio e vasca di onda nera</i>	75
6.7	Bacino di fitodepurazione	75
6.7.1	<i>Settorizzazione del bacino a sub-infiltrazione</i>	77
6.7.2	<i>Dimensionamento del bacino di fitodepurazione</i>	77
6.7.3	<i>Determinazione dell'area trasversale per garantire il deflusso idraulico</i>	78
6.7.4	<i>Determinazione dell'area superficiale per la rimozione del BOD5</i>	79
7.	DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI POMPAGGIO	80
7.1	Vasca di Accumulo	80
7.2	Stazione di pompaggio	80
8.	INVARIANZA IDRAULICA DEL TERRITORIO	83
8.1	Premessa	83
9.	PROGETTO DEFINITIVO LOTTO 3 TRATTA C PK 74+075 – 75+625	84
9.1	Impianti lungo l'asse principale.....	84
9.1.1	<i>Impianti di trattamento con sollevamento</i>	85
9.1.2	<i>Posizione dei diaframmi plastici</i>	85
9.2	Svincolo di Montebelluna Est - Volpago	85
9.3	Impianti casello di Montebelluna Est - Volpago	86
9.4	Viabilità secondaria	86
	APPENDICE	88

1. PREMESSE

La presente relazione idraulica fa parte integrante della progettazione DEFINITIVA della Nuova Superstrada a pedaggiamento “Pedemontana Veneta”, che rappresenta un nuovo Collegamento superstradale tra A4 – Montecchio Maggiore e A27 – Spresiano, e delle opere ad esso connesse, ed ha come oggetto il sistema di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma dell’asse principale del corpo superstradale.

L’opera insiste su un territorio molto antropizzato ed a prevalente uso industriale agricolo e quindi sensibile, attraversando o affiancando aree di particolare delicatezza come i corpi idrici superficiali quali gli innumerevoli torrenti che dalle prealpi scorrono in direzione Nord-Sud e vengono quindi tagliati dalla nuova viabilità.

In particolare i corsi d’acqua naturali presentano una situazione ambientale che è direttamente correlata alla notevole presenza di insediamenti antropici sia civili che industriali, risultando in parte anche inquinati.

Tale motivazione ha orientato la progettazione dell’opera verso modalità di captazione, raccolta, trattamento e allontanamento delle acque meteoriche afferenti il sedime superstradale di tipo SEPARATO con trattamento mediante sedimentazione e disoleazione, deve essere prevista inoltre la possibilità di contenere i fenomeni di versamento accidentale di inquinanti.

L’approvazione dello studio di impatto ambientale ha posto in evidenza una caratteristica fondamentale dei sistemi di smaltimento: la seconda pioggia deve principalmente essere recapitata in falda in quanto gran parte del tracciato si colloca in importanti zone di ricarica cui afferiscono gli approvvigionamenti idrici di oltre 800'000 abitanti.

Il D.lgs. 3 aprile 2006 n.152 inserisce tra i suoi obiettivi principali il rispetto di standard qualitativi che non dovrebbero essere alterati da eventuali scarichi e/o apporti esterni: se il recettore è quindi in uno stato degradato la sua capacità autodepurativa e la forza con cui reagisce ad un ulteriore carico inquinante è di fatto limitata: il sistema adottato è in grado di raggiungere questi scopi.

In relazione alle caratteristiche della viabilità in oggetto, gli schemi di raccolta delle acque meteoriche proposti sono riconducibili essenzialmente alle seguenti tipologie:

- viabilità in rilevato: trattenimento e canalizzazione separata della prima pioggia e smaltimento della seconda pioggia mediante canalizzazioni che infiltrano in falda e

recapitano le portate adeguatamente laminate direttamente nel recettore o dopo fitodepurazione;

- viabilità in rilevato tra muri: l'acqua di prima pioggia viene raccolta e avviata al trattamento, mentre la seconda pioggia viene scaricata al piede del muro e infiltrata nel terreno grazie a fossi e pozzi disperdenti. Se per ragioni di spazio non è possibile realizzare il fosso la precipitazione sarà deviata tramite un apposito manufatto della parte opposta della carreggiata dove sarà scaricata e infiltrata;
- viabilità in trincea: scarpata: con smaltimento generalmente affidata all'infiltrazione nel terreno tramite canali o pozzi disperdenti, prima pioggia della piattaforma avviata tramite canalizzazione al trattamento di sedimentazione e filtrazione, seconda pioggia al sistema di infiltrazione in falda;
- viabilità in galleria: raccolta e trattamento delle acque con sedimentazione e filtrazione;
- trincea con muri: prima pioggia della piattaforma avviata tramite canalizzazione al trattamento di sedimentazione e filtrazione, seconda pioggia al sistema di infiltrazione in falda;
- viadotti: prima pioggia della piattaforma avviata tramite canalizzazione al trattamento di sedimentazione e filtrazione, seconda pioggia al sistema di infiltrazione in falda, in alcuni casi per viadotti particolarmente lunghi sistema di raccolta misto e pozzetto scolmatore per la separazione di prima pioggia e seconda pioggia;
- svincoli: con sistemi simili a quelli del tracciato principale;
- aree di servizio e caselli sistema MISTO; con sistemi che prevedono vasche di prima pioggia e filtri.

La presente relazione è rivolta, inoltre, a definire i criteri di dimensionamento del sistema di drenaggio, eventuale trattamento e smaltimento delle acque meteoriche della viabilità minore, interferente con l'asse superstradale di progetto.

Dal punto di vista metodologico lo studio è stato sviluppato secondo i punti elencati di seguito:

- sopralluogo per la definizione dello stato attuale;
- analisi dei rilievi topografici e del progetto stradale;
- individuazione della tipologia e dell'andamento planimetrico della rete di drenaggio in funzione della varietà delle sezioni stradali;
- definizione dei dati di pioggia di progetto;
- dimensionamento e verifica della rete di drenaggio;

- dimensionamento e verifica della rete di smaltimento.

1.1 Resoconto incontro con A.A.T.O.

A seguito della lettera inviata dal direttore dell'Autorità di Ambito Territoriale Ottimale (A.A.T.O.) Bacchiglione (prot. 121 del 24 gennaio 2012), che informava della presenza, nell'area interessata dai lavori, di acquiferi sotterranei pregiati a cui attingono, a scopi idropotabili, molti comuni tra cui Vicenza e Padova, il Concessionario si è attivato per la risoluzione delle problematiche sollevate, intavolando una serie di incontri con gli AATO interessati dalla nuova opera, che sono ATO Valle del Chiampo, AATO Bacchiglione, ATO Brenta e AATO Veneto Orientale.

Durante queste riunioni si è avuto modo di approfondire e comprendere le esigenze degli enti che mostravano una forte preoccupazione circa la possibilità di inquinamento della falda a causa del dilavamento della sede stradale e di possibili sversamenti accidentali che potrebbero infiltrarsi nel terreno e da qui finire in zone di captazione dei pozzi idropotabili (verbale num 30 del 19 marzo 2012). Partendo da queste questioni si sono sviluppate delle ipotesi migliorative al sistema di trattamento e smaltimento delle acque di piattaforma e al sistema di monitoraggio, che sono state esposte nella riunione del 26 marzo 2012 (verbale numero 34), ponendo particolare attenzione ai tratti in trincea che sono ovviamente quelli maggiormente a rischio di contaminazione.

A seguito di tali incontri si sono quindi convocati i singoli AATO affinché venissero evidenziate le zone a loro avviso più critiche e di conseguenza collocare correttamente le misure previste per evitare contaminazione di ogni tipo (verbali 35 e 36 del 02 aprile 2012).

Alla luce di quanto emerso in tali incontri il Concessionario ha convocato i vari enti coinvolti in un'unica riunione in cui sono state esposte le migliorie e i potenziamenti del trattamento delle acque di piattaforma e del sistema di monitoraggio (riportate in questo documento). In quella sede è stato consegnato agli enti presenti, copia degli elaborati grafici e della relazione, da cui si evincevano le zone in cui si sarebbero usate le varie forme di protezione in funzione della presenza dei pozzi forniti dagli AATO stessi (verbale num 44 del 31 luglio 2012). In tale sede si sono stabilite le convocazioni dei singoli AATO per discutere di eventuali controdeduzioni.

In data 23 agosto 2012 e 07 settembre 2012 (verbali num 45 e 46) i singoli AATO hanno formulato le loro osservazioni che sono state in parte recepite in accordo con l'ufficio del commissario e sono state chiarite ulteriormente nell'incontro del 25 settembre 2012 (verbale num 47). In tale riunione si sono anche definite le tempistiche per la determinazione delle

aree di protezione nei tratti di SPV in fase di progettazione e dove gli AATO non sono ancora stati in grado di definire le zone di captazione dei pozzi.

Le migliorie apportate al sistema di trattamento sono riassunte nel presente documento e più ampiamente trattate nella relazione specifica.

1.1.1 Introduzione alle migliorie apportate al progetto

Le soluzioni proposte sono sia di tipo dimensionale (aumento delle prestazioni degli impianti), sia di carattere tecnico (diverse modalità di trattamento delle acque e aumento dei controlli). Le migliorie sono diversificate per la viabilità in trincea e in rilevato per le zone considerate a rischio di contaminazione dei pozzi idropotabili, anche se si ritiene plausibile applicarne almeno alcune su tutto il tratto in trincea, come per esempio il potenziamento degli impianti.

Le modifiche al sistema si dividono in

- zone a protezione totale: dove nessuna porzione della precipitazione viene infiltrata, ma sempre scaricata nei corpi idrici superficiali dopo opportuno trattamento e laminazione;
- zone a protezione parziale: dove si ha il raddoppio della capacità di captazione delle acque di prima pioggia che permette di inviare all'impianto di depurazione tutta la precipitazione per scrosci di intensità fino a **20 mm/h**, ossia piogge con tempo di ritorno di circa 2 anni. Questa soluzione garantisce il trattamento di tutta la precipitazione nella grande maggioranza degli eventi meteorici. Inoltre si prevede che la prima pioggia seppur trattata non venga mai infiltrata tramite pozzi disperdenti, inibendo di fatto l'infiltrazione profonda.

Le modifiche agli impianti coinvolgono anche la gestione degli sversamenti accidentali, ad esempio le sonde di rilevamento sono integrate da un sistema di controllo manuale in remoto, che apra la paratoia della vasca di onda nera in caso di incidente. Nel caso di riempimento di questa vasca a causa della concomitanza di un evento meteorico e dello sversamento, l'eccesso di inquinante sfiora naturalmente nella vasca di trattamento che funge da ulteriore invaso. Nel caso anche questo volume non sia sufficiente il refluo sfiora nella stazione di pompaggio presente a valle degli impianti nei tratti in trincea, che solleva il liquido direttamente nei corpi idrici superficiali. Qualora l'impianto si trovi in rilevato lo scarico viene effettuato a gravità tramite tubazioni apposite o direttamente dai fossi di guardia.

L'intercettazione lungo la linea di raccolta acque dell'inquinante disperso sulla carreggiata può essere garantita dall'apertura manuale della braga forata che, in condizioni di normale utilizzo, tara l'ingresso della precipitazione nella tubazione di prima pioggia. In caso di incidente l'operatore, che è in grado di raggiungere qualsiasi punto della superstrada in circa 15-20 min, può tramite una maniglia sollevare il tappo così da raccogliere tutto l'inquinante e quindi scaricarlo verso l'impianto di trattamento. Questa operazione sarà compresa nell'elenco delle attività da svolgere in caso di attivazione della procedura di emergenza. Nel presente documento si dà un accenno a tale procedimento (Paragrafo 0), ipotizzando vari possibili scenari in cui possa avvenire lo sversamento.

Oltre agli impianti di trattamento è stato migliorato anche il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) che in origine prevedeva 98 punti di monitoraggio delle acque sotterranee (denominati da AIST001 a AIST098). Questi sono divisi in coppie, e ubicati a cavallo delle opere maggiori.

Su richiesta delle AATO, è stato implementato il numero dei punti di monitoraggio per salvaguardare le acque emunte dalle opere di presa degli acquedotti pubblici posti a valle idrogeologico rispetto alla SPV. I nuovi 106 punti di monitoraggio sono stati specificatamente ubicati in funzione della posizione di pozzi idropotabili pubblici, mantenendo la collocazione a coppie in modo da disporre di un piezometro a monte e di uno a valle del tracciato sulla base dell'andamento della superficie piezometrica e delle linee di deflusso della falda. A questi sono stati aggiunti nuovi punti di monitoraggio in modo da garantire la presenza almeno 2 punti ogni mille metri di tracciato. Con i nuovi punti di monitoraggio (denominati da AIST101 a AIST206) si installeranno perciò un totale di 204 controlli della falda acquifera.

La tipologia costruttiva, le modalità di campionamento e di analisi chimica dei nuovi punti di monitoraggio sono le medesime di quelli già esistenti, mentre la frequenza di prelievo è trimestrale, sia durante le fasi di costruzione sia durante il normale esercizio. In caso di eventi accidentali in fase di esercizio (in cui ci sia il rischio di sversamenti di liquidi inquinanti) questa avrà cadenza settimanale.

2. INQUADRAMENTO GENERALE

Per quanto riguarda il corretto dimensionamento delle opere per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche, viene individuato il migliore assetto da assegnare al sistema rispetto al recapito finale tenendo conto:

- della sollecitazione meteorica di progetto;
- dei vincoli dettati dalle normative vigenti;
- dei vincoli dettati dalle prescrizioni degli Enti competenti;
- dall'analisi delle sensibilità del sistema (particolari aree di ricarica degli acquiferi, aree di salvaguardia di captazioni idropotabili, vocazione ittica);
- della funzionalità del sistema di trattamento delle acque;
- della particolare situazione morfologica ed idraulica dell'area.

2.1 Opere idrauliche in progetto

Le opere idrauliche di progetto consistono in:

- opere per la raccolta delle acque di piattaforma: caditoie, cunette, ecc;
- opere per l'allontanamento delle acque di piattaforma: embrici, pluviali;
- opere per il trasporto delle acque: fossi, canali, condotte, pozzetti, tombini;
- opere per il trattamento delle acque: impianti che trattano le acque di dilavamento e catturano gli sversamenti accidentali, bacini di fitodepurazione;
- opere che garantiscano l'invarianza idraulica del territorio: bacini di laminazione, fossi di guardia.

2.2 Riferimenti normativi

I principali riferimenti normativi utilizzati per la presente progettazione vengono riassunti di seguito:

- D.lgs. 3 aprile 2006 n.152, "Norme in materia ambientale";
- Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto - Norme Tecniche di Attuazione;
- Direttiva Acque 2000/60 - Water Framework Directive;
- Direttiva 2008/105/CE del 16 dicembre 2008;
- Circolare Ministeriale LL. PP.: 7 gennaio 1974, n. 11633 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Servizio Tecnico Centrale "Istruzioni per la compilazione degli elaborati dei progetti di fognature";
- Decreto Ministeriale 12 dicembre 1985 del Ministero Dei Lavori Pubblici "Norme tecniche relative alle tubazioni";

- Circolare Ministeriale LL. PP: 12 dicembre 1985, n. 27291 “Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni”.

2.3 Acque di prima pioggia

Con l’emanazione del D. Lgs. n. 152/99, successivamente modificato ed integrato dal D.Lgs. n. 258/00, che ha recepito la direttiva 91/271/CEE, si sono fornite le disposizioni in materia di tutela delle acque dall’inquinamento. In particolare è stato introdotto per la prima volta il concetto di “acque di prima pioggia”.

La sopracitata normativa è stata abrogata dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale”, che riprende i principi del D. Lgs. n. 152/99 disciplinando le misure per tutela dei corpi idrici dall’inquinamento.

La vigente normativa demanda alle Regioni, allo scopo di prevenire i rischi idraulici ed ambientali, la disciplina e l’attuazione delle forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento. Alle Regioni spetta, quindi, il compito di prescrivere i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio di aree esterne siano canalizzate ed opportunamente trattate.

La predisposizione dei sistemi di raccolta delle acque di prima pioggia assolve il duplice intento di intercettare gli eventuali sversamenti di sostanze non compatibili con la rete idrografica naturale in occasione di imprevisti inconvenienti di esercizio (ribaltamento mezzi, ecc.) e di raccogliere le inevitabili scorie prodotte da un intenso flusso veicolare.

Nell’ambito del presente progetto si è posta particolare attenzione a tale problematica predisponendo un impianto con trattamento delle acque di prima pioggia e prevedendo un controllo mediante disoleazione e prevenzione degli sversamenti accidentali sia lungo il tracciato superstradale che nelle aree destinate a sosta e servizio, le più critiche in quanto prevedono la sosta più o meno prolungata di mezzi. In tali zone è previsto infatti un collettamento misto con vasche di prima pioggia e vasche sversamenti accidentali sul collettore unico.

Viene pertanto adottata la definizione presente nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto riportato nelle figure seguenti.

Dall’articolo 38 di detto piano si deduce che:

- Per le strade non sarebbe strettamente necessario trattare la prima pioggia ma per motivi ambientali sull’asse principale superstradale questa opzione viene adottata;
- La quantità da trattare minima è una lama d’acqua di 5 mm nel periodo di 15 minuti se il bacino elementare raccolto ha tempo di corrivazione inferiore a tale periodo.

Art. 38 – Acque meteoriche di dilavamento ed acque di prima pioggia

1. Sono considerate aree esterne adibite ad attività produttive tutte le aree scoperte ove vi sia la presenza di depositi di rifiuti, materie prime, prodotti, non protetti dall'azione degli agenti atmosferici oppure in cui avvengano lavorazioni con una qualche sistematicità, a causa dei quali vi sia il rischio significativo di dilavamento di sostanze indesiderate.
2. Sono considerate superfici non adibite ad attività produttive le strade pubbliche e private, i piazzali di sosta e movimentazione di automezzi, i parcheggi anche di aree industriali, ove non si svolgono attività che possono oggettivamente comportare il rischio di trascinamento di sostanze pericolose o di sostanze in grado di determinare effettivi pregiudizi ambientali.
3. Nei casi di cui al comma 1, le acque di dilavamento sono considerate acque reflue industriali e, dunque, sono soggette al rilascio dell'autorizzazione allo scarico ed al rispetto dei limiti di emissione.
4. Le reti fognarie o comunque le condotte separate che raccolgono le sole acque meteoriche di dilavamento delle superfici di cui al comma 2 sono sempre autorizzate e possono scaricare anche sul suolo.
5. Qualora, in via straordinaria ed in mancanza di idonei ricettori, le condotte di cui al comma 4 siano utilizzate quali ricettori di scarichi di acque reflue industriali, queste ultime dovranno essere autorizzate e controllate prima della loro immissione in condotta bianca, previo nulla osta del gestore; i limiti di emissione allo scarico delle acque reflue industriali sono stabiliti in funzione del ricettore finale del collettore fognario.
6. Per le acque di pioggia è necessaria la realizzazione di serbatoi ovvero di aree allagabili di stoccaggio ovvero qualsivoglia idoneo sistema atto a trattenerle per il tempo sufficiente affinché non siano scaricate nel momento di massimo afflusso, quando i corpi ricettori sono nell'incapacità di drenare efficacemente i volumi in arrivo e anche per destinarle a trattamento, compatibilmente con le caratteristiche funzionali degli impianti di depurazione. In mancanza di impianto di depurazione disponibile, esse devono essere opportunamente pretrattate al fine di rimuovere, tramite sistemi di sedimentazione accelerata o equivalenti per efficacia, la maggior parte possibile degli inquinanti presenti in forma solida o sospesa. I sistemi di stoccaggio possono essere concordati anche con il gestore della rete di recapito delle portate di pioggia, che potrà rendere disponibili volumi equivalenti.
7. Ai fini del calcolo dei volumi da pretrattare, ovvero da avviare a depurazione, si individuano quali acque di prima pioggia le acque che dilavano le superfici nei primi 15 minuti di precipitazione, che comunque producano una lama d'acqua convenzionale pari ad almeno 5 mm uniformemente distribuiti sull'intera superficie drenante afferente alla sezione di chiusura del bacino idrografico elementare interessato. Ai fini del calcolo delle portate si dovranno assumere quali coefficienti di afflusso convenzionali il valore 1 per le superfici impermeabili, ed il valore 0,3 per le superfici permeabili, escludendo dal computo le superfici coltivate. Qualora il bacino di riferimento per il calcolo, che deve coincidere con il bacino idrografico elementare effettivamente concorrente alla produzione della portata destinata allo scarico, abbia un tempo di corrivazione superiore a 15 minuti primi, il tempo di riferimento deve essere pari a:
 - a) al tempo di corrivazione stesso, qualora la porzione di bacino il cui tempo di corrivazione è superiore a 15 minuti primi, sia superiore al 70% della superficie totale del bacino;

Figura 2-1: estratto di pagina 52 del piano di tutela delle acque della regione veneto

- b) al 75% del tempo di corrivazione, e comunque al minimo 15 minuti primi, qualora la porzione di bacino il cui tempo di corrivazione è superiore a 15 minuti primi sia inferiore al 30% e superiore al 15% della superficie del bacino;
- c) al 50% del tempo di corrivazione, e comunque al minimo 15 minuti primi, qualora la porzione di bacino il cui tempo di corrivazione è superiore a 15 minuti primi sia inferiore al 15% della superficie del bacino.

Si considerano eventi di pioggia separati quelli fra i quali intercorre un intervallo temporale di almeno 48 ore.

8. I Regolamenti Edilizi Comunali devono essere integrati con le misure atte a ridurre le portate meteoriche drenate e le superfici urbane impermeabilizzate, adottando prescrizioni per eliminare progressivamente lo scarico nelle reti fognarie miste delle acque meteoriche provenienti da insediamenti abitativi, favorendone, viceversa, la dispersione sul suolo, peraltro senza arrecare dissesti idrogeologici.
9. E' vietata la realizzazione di nuove superfici scoperte di estensione superiore a 1000 mq che siano totalmente impermeabili; viceversa, devono essere previsti sistemi di pavimentazione che consentano l'infiltrazione delle acque meteoriche sul suolo o, in alternativa, possono essere introdotte forme di compensazione delle superfici completamente impermeabili con corrispondenti estensioni di superfici permeabili. I Comuni dovranno adeguare in tal senso i loro regolamenti. Restano escluse da tali disposizioni le superfici soggette a potenziale dilavamento di sostanze pericolose, indicate al precedente comma 1 e regolamentate dal comma 3, che, viceversa, devono essere dotate di pavimentazioni impermeabili.
10. Per tutti gli strumenti urbanistici generali e le varianti, generali o parziali o che, comunque, possano recare trasformazioni del territorio tali da modificare il regime idraulico esistente, è obbligatoria la presentazione di una "Valutazione di compatibilità idraulica" che deve ottenere il parere favorevole dell'Unità Periferica del Genio Civile competente per territorio secondo le procedure stabilite dalla D.G.R. 3637 del 13.12.2002.
11. La Giunta Regionale, entro 6 mesi dalla data di pubblicazione del Piano approvato dal Consiglio Regionale, stabilisce le linee tecniche per la realizzazione dei sistemi di accumulo delle acque meteoriche. Definisce altresì le modalità di funzionamento e di adeguamento degli scolmatori di piena esistenti per garantirne la corretta funzionalità in relazione agli obiettivi di tutela dei corpi recettori.

Figura 2-2: estratto di pagina 53 del piano di tutela delle acque della regione veneto

2.4 Direttiva Acque 2000/60 - Water Framework Directive

L'Unione europea (UE), attraverso l'introduzione della Direttiva Acque 2000/60, ha definito un quadro comunitario per la protezione e la gestione dell'acqua.

Gli obiettivi principali della Direttiva si inseriscono in quelli più complessivi della politica ambientale della Comunità Europea che deve contribuire a perseguire la salvaguardia, la tutela e il miglioramento della qualità ambientale, nonché l'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali e che deve essere fondata sui principi della precauzione e dell'azione preventiva, sul principio della riduzione, soprattutto alla fonte, dei danni causati all'ambiente e sul principio "chi inquina paga".

La Direttiva Acque mira, quindi, ad ottenere la graduale riduzione delle emissioni di sostanze pericolose nelle acque per raggiungere l'obiettivo finale di eliminare le sostanze pericolose prioritarie e contribuire a raggiungere valori vicini a quelli del fondo naturale per le concentrazioni in ambiente delle sostanze presenti in natura.

Al fine di raggiungere, come obiettivo ultimo, un «buono stato» ecologico e chimico di tutte le acque comunitarie entro il 2015.

A livello europeo è stato, inoltre, elaborato un elenco di 33 sostanze pericolose prioritarie, selezionate tra quelle che comportano un rischio grave per l'ambiente acquatico e, tra queste, venti sono designate sostanze pericolose prioritarie per la loro persistenza, tossicità e per il rischio di bioaccumulo nell'ambiente (sostanze PBT).

Le sostanze PBT non si decompongono ma persistono nell'ambiente e si accumulano nei tessuti degli animali e delle piante, dando luogo a rischi a lungo termine per la salute umana e per gli ecosistemi. Poiché queste sostanze risalgono la catena alimentare, la loro concentrazione aumenta e, di conseguenza, aumenta anche il rischio per gli esseri umani e gli ecosistemi.

Tra le venti sostanze troviamo molte di quelle che caratterizzano le acque di dilavamento delle strade quali ad esempio il cadmio, il piombo, il mercurio, il nichel e i suoi composti, il benzene, gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), il DDT totale.

2.5 Direttiva 2008/105/CE del 16 dicembre 2008

La successiva direttiva 2008/105/CE, del 16 dicembre 2008, ha stabilito standard di qualità ambientale per le prime 33 sostanze prioritarie.

Gli standard di qualità ambientale previsti sono dei limiti di concentrazione, il che vuol dire che la quantità delle sostanze interessate nelle acque non deve superare determinate soglie.

Sono previsti due tipi di standard:

- il valore o la concentrazione media della sostanza interessata calcolata nell'arco di un anno. Tale standard mira a garantire la qualità a lungo termine dell'ambiente acquatico;
- la concentrazione massima ammissibile della sostanza, misurata in maniera puntuale. Questo secondo standard mira a limitare i picchi di inquinamento di breve termine.

Gli Standard di Qualità Ambientale, assieme alla definizione di valori limite di emissione, pongono l'attenzione della legislazione non solo sugli effetti a breve termine, ma anche sulle conseguenze a lungo termine dell'inquinamento causato dagli scarichi nei corpi idrici.

La Direttiva 2008/105 (art. 3) stabilisce inoltre che i singoli Stati membri possano fissare SQA per le concentrazioni di inquinanti nei sedimenti e nel biota diversi da quelli definiti dall'allegato I, parte A, della presente Direttiva, posto che assicurino un livello di protezione ambientale simile o migliore.

3. DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA STRADALE

La raccolta e l'allontanamento delle acque piovane dalle superfici stradali rappresentano problemi che potrebbero definirsi minori, per le portate modeste e per la semplicità degli schemi di raccolta e di smaltimento. Tuttavia una non corretta e superficiale soluzione di tali problemi può causare una serie di problemi e di disagi quali:

- il ristagno delle acque e/o un loro troppo lento allontanamento che, oltre a provocare la formazione di traffico, provoca una ben più grave eccessiva riduzione delle condizioni di sicurezza dei veicoli;
- frequenti allagamenti di eventuali sottopassi e tratti in trincea oltre che a scantinati di fabbricati limitrofi ai tracciati.

Le portate che si utilizzeranno per il dimensionamento delle opere minori devono essere valutate in ragione delle superfici in servizio della sede stradale e delle sue pertinenze, anche in relazione a possibili ostruzioni, che si possono creare in seguito all'allargamento della strada in progetto, allo scolo naturale dei terreni limitrofi all'intervento.

La viabilità superstradale, oggetto della presente progettazione, si sviluppa tra le Province di Vicenza e Treviso. Come anticipato nelle premesse, essa è riconducibile alle seguenti tipologie:

- viabilità in rilevato;
- viabilità su muri;
- viabilità in trincea con scarpata;
- viabilità tra muri;
- viabilità in galleria
- viadotti;
- svincoli e caselli;
- aree di servizio;
- viabilità connessa ed interferita.

A queste corrispondono altrettanti schemi principali di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento.

Nei paragrafi successivi, viene riportata una descrizione degli schemi di raccolta e smaltimento acque adottati.

3.1 Asse principale

3.1.1 Viabilità in rilevato

Lo schema di raccolta e smaltimento delle acque di dilavamento della piattaforma stradale si articola in pozzetti di raccolta dell'acqua di prima pioggia con tubazioni di collettamento agli impianti di trattamento e in una serie di canalette embrici che raccolgono le acque di seconda pioggia che insistono sulla piattaforma stradale, e in un sistema di fossi al piede rilevato che raccolgono dette acque che cadono dalle scarpate.

Il sistema di smaltimento delle acque affluite ai canali al piede rilevato si divide in tre tipologie:

- La dispersione diretta nel fosso che è in realtà un dispersore la cui capacità è integrata dove necessario con dei bacini di dispersione localizzata e con pozzi perdenti;
- L'immissione controllata in un recettore superficiale (previa laminazione dei colmi);
- L'immissione in un bacino fitodepurativo;

Le sezioni tipo del sistema di drenaggio sono riconducibili, all'andamento planimetrico dell'asse superstradale e, quindi, è stata sviluppata una sezione tipo in rettilineo e una sezione tipo in curva.

3.1.1.1 Descrizione degli elementi comuni

Per quanto riguarda i tratti in rilevato le acque defluite dalla sede stradale verranno raccolte ai margini della piattaforma stradale con l'utilizzo di un arginello continuo realizzato sotto la barriera di sicurezza, che a determinati intervalli, scarica tramite un pozzetto speciale d'imbocco (vedi sotto) nelle canalette embrici prefabbricate in cls collocate sulla massima pendenza del rilevato. L'interasse degli scarichi e delle canalette embrici viene fissato in 25 m.

L'elemento principale di drenaggio è il pozzetto caditoia che provvede alla "cattura" della prima pioggia che viene collettata tramite tubazione separata all'impianto di trattamento.

Tali pozzetti sono del tipo prefabbricato sifonato e, per il caso in oggetto hanno un'altezza interna pari a 0.90 m. Il collettore delle acque di prima pioggia che unisce i vari pozzetti e che quindi recapita il refluo agli impianti di trattamento sarà una tubazione in PVC DN315, posato con una pendenza minima dello 0.4% (pendenza minima della livelletta stradale). Nella Tabella 3-1 sono riportate le portate transitabili nella tubazione, per diversi gradi di riempimento, calcolati con i dati appena citati e considerando un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $105 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Grado di riempimento %	Portata l/s
70	67.8
75	73.8
80	79.1
85	83.4
90	86.3
95	87.0

Tabella 3-1 Portata transitabile in tubazioni in PVC DN 315 con una pendenza minima dello 0.4%

In ogni pozzetto il tubo sarà fornito di una braga DN110 opportunamente tarata che permette l'ingresso al tubo stesso delle acque di dilavamento della superficie stradale, con una portata massima del 1 l/s (Figura 3-1).

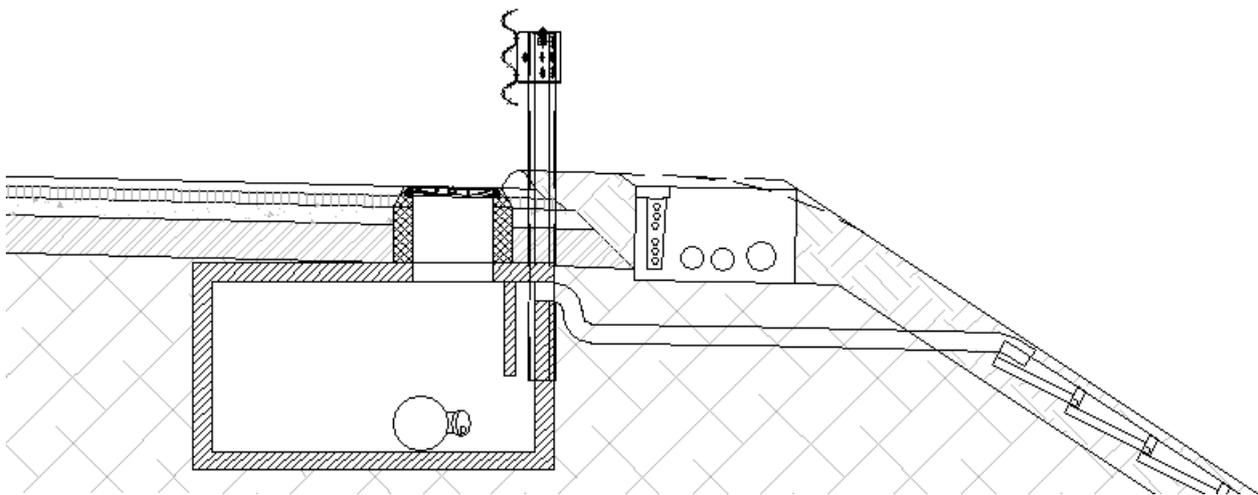


Figura 3-1: Pozzetto di raccolta in rilevato

Le dimensioni del foro d'ingresso dell'acqua di prima pioggia S è stato stimato ipotizzando un funzionamento a battente a spigolo vivo invertendo la formula riportata sotto:

$$Q = 0.6 \cdot S \cdot \sqrt{2g \cdot h}$$

Dove:

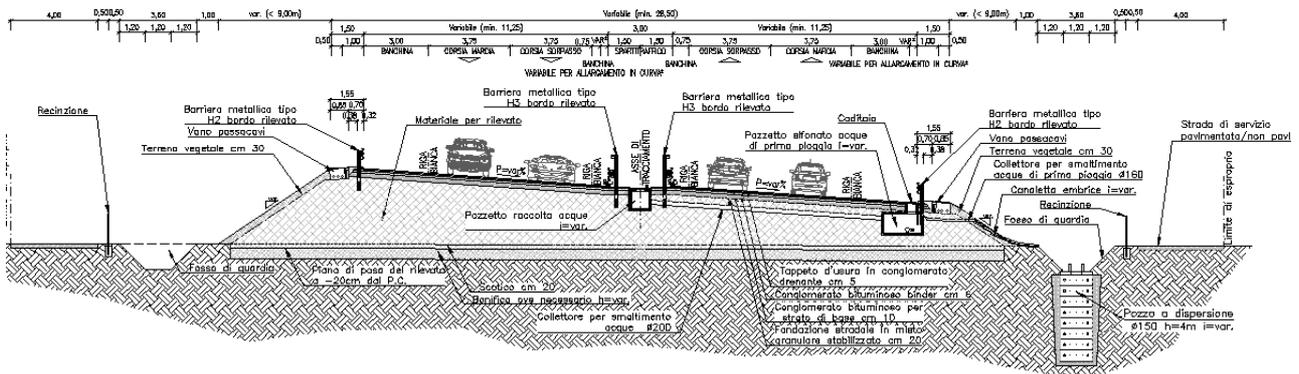
- Q portata (m^3/s) pari in questo caso a $0.001 m^3/s$;
- h battente massimo sopra il foro, pari a $0.7 m$;
- S superficie del foro (m^2) è rappresenta in questo caso l'incognita.

Con questi valori il diametro del foro risulta essere pari a $0.02 m$.

Il tappo su cui è collocato il foro può essere rimosso per avere un flussaggio del pozzetto (pulizia) con smaltimento massimo pari a $21 l/s$.

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

3.1.1.3 Sezione in curva

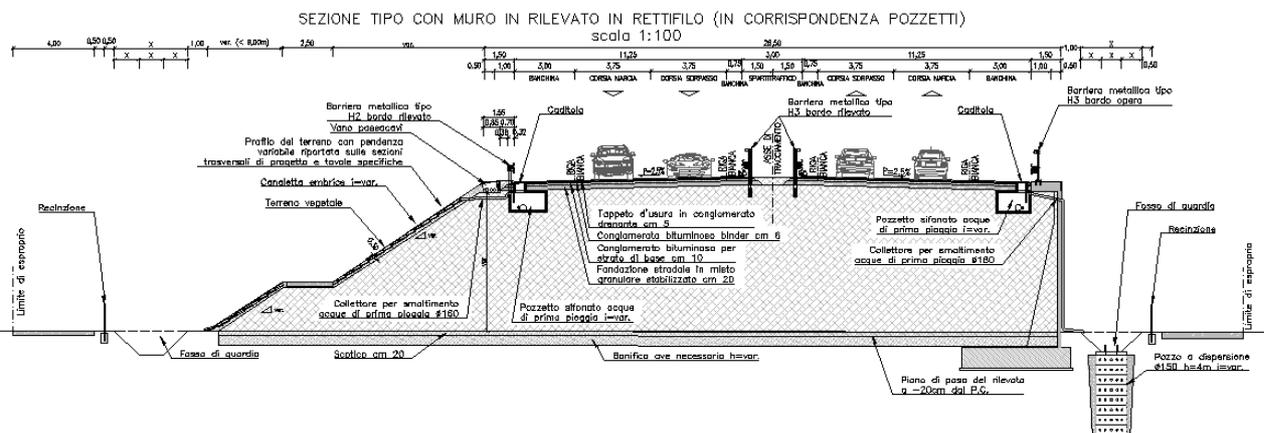


Nei tratti in curva si hanno dei pozzetti nello spartitraffico che raccolgono l’acqua che drena sulla metà più esterna della piattaforma con una tubazione da 200 mm che la recapita ai pozzetti di prima pioggia che sono collocati sul ciglio interno curva attaccati a quelli della carreggiata interna e scaricano insieme a questi nell’embrice. La carreggiata interna alla curva è drenata con lo stesso sistema del rettilineo ossia con: arginello, pozzetto prima pioggia e embrici (interasse 25 m).

Il fosso al piede, interno curva, è largo alla base 1.2 m e alto 1.2 m con scarpate a 45°. La capacità disperdente del fosso viene integrata mediante dei pozzi disperdenti con diametro interno di 1.5 m, alti 4 m e realizzati ad interasse variabile a seconda della collocazione della sezione in esame, come mostrato di seguito in *Tabella 4-5* ed in *Tabella 4-6*.

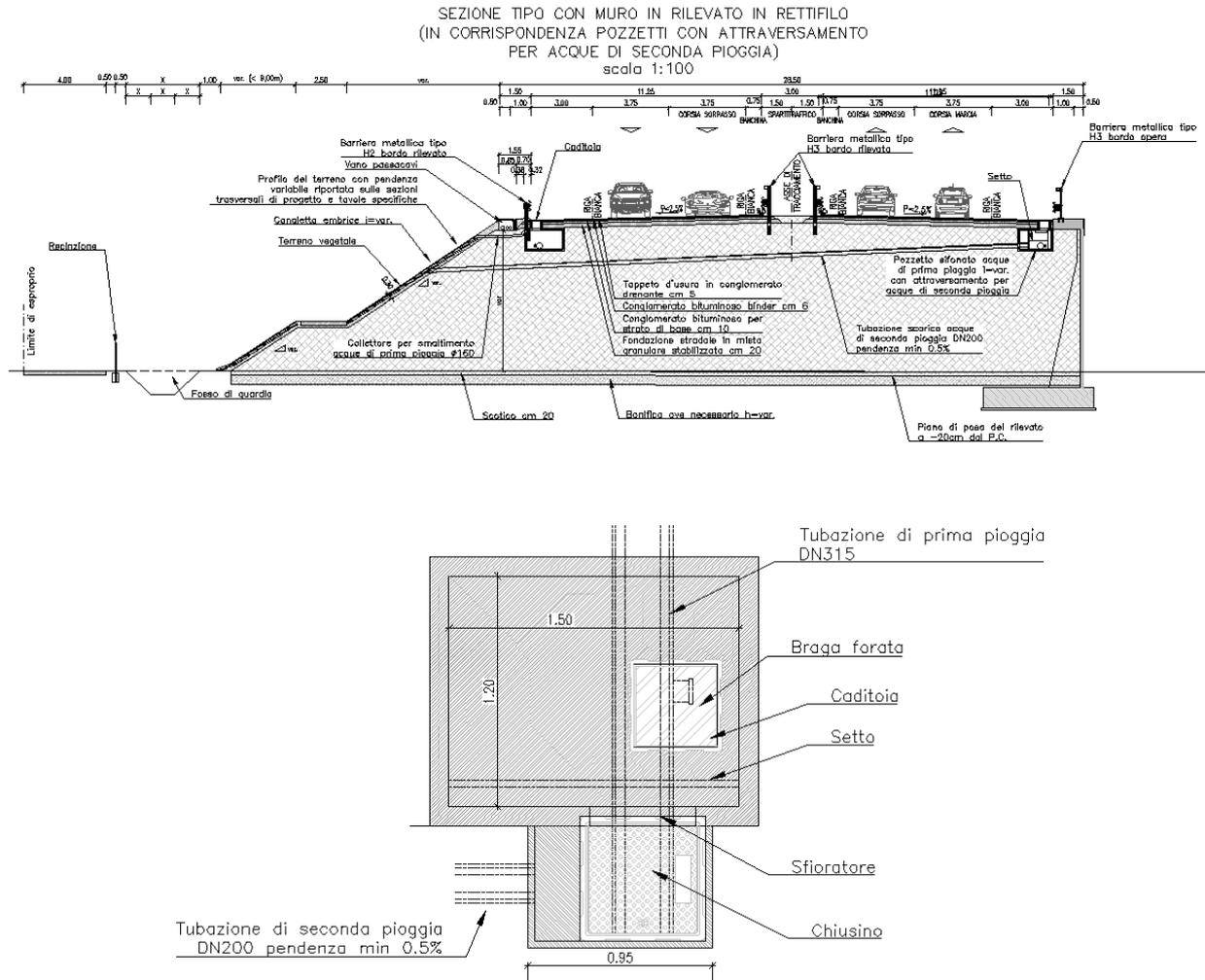
3.1.2 Viabilità su muri

Quando la piattaforma è sostenuta da muri, il drenaggio delle piogge avviene in modo del tutto analogo a quello descritto al Paragrafo 3.1.1., con l’unica differenza che la tubazione DN160 in PVC delle acque di seconda pioggia in uscita dal pozzetto convoglia direttamente la precipitazione al fosso, per essere quindi smaltita per infiltrazione con l’ausilio dei pozzi disperdenti collocati ad interasse riportato in *Tabella 4-5* ed in *Tabella 4-6*.



Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

In alcuni casi ove non ci sia lo spazio per la realizzazione dei fossi al piede del muro la precipitazione di seconda pioggia viene convogliata nei fossi dalla parte opposta della carreggiata. La deviazione dell'acqua è resa possibile da un particolare pozzetto affiancato e alimentato da quello descritto al paragrafo precedente. A quest'ultimo infatti viene praticato uno sfioratore che scarica l'acqua di seconda pioggia nel nuovo manufatto a cui è collegata una tubazione in PVC DN 200 che trasporta la precipitazione nel fosso di guardia dalla parte opposta della strada (Figura 3-2).



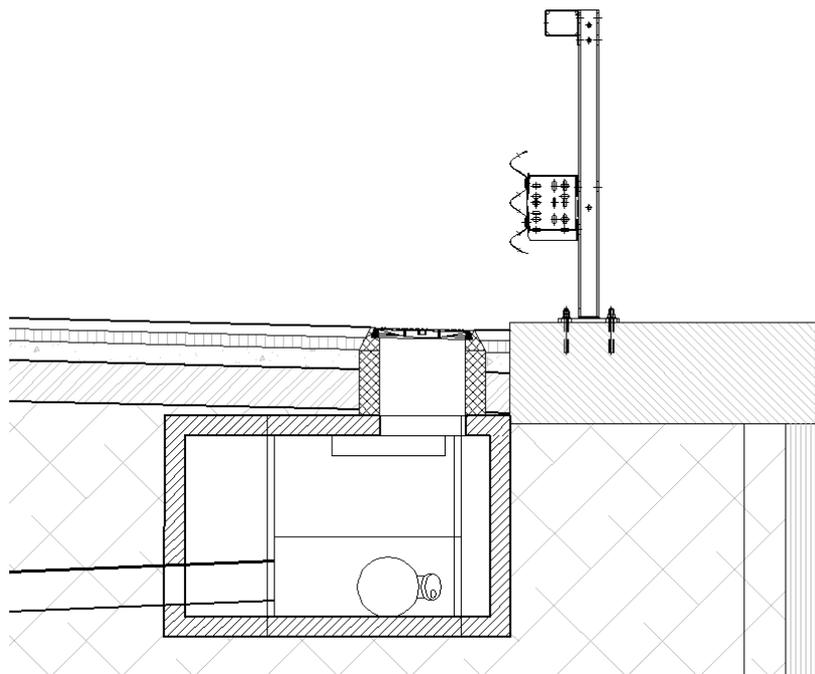


Figura 3-2: Pozzetto di raccolta con attraversamento delle acque di seconda pioggia (pianta e sezione)

3.1.3 Viabilità in trincea con scarpate

Sulla sommità delle scarpate oltre al fosso di guardia sarà posto anche un argine in terra di altezza pari a 100 cm che avrà la funzione di presidio idraulico della trincea di modo che le acque di esterne non possano entrare all'interno della trincea stradale. La superstrada attraversa, infatti aree a forte rischio idraulico e in aggiunta a questi provvedimenti verrà realizzato, nei tratti a maggior rischio al lato nord, un diaframma in materiale limo-argilloso della profondità di variabili sul piano campagna allo scopo di limitare le possibili infiltrazioni all'interno della trincea; inoltre il fosso di guardia di monte (lato nord) avrà dimensioni di 1.0 m di profondità e 3.0 m di larghezza in sommità (scarpate 1 su 1) al fine di facilitare l'evacuazione delle eventuali acque di esondazione all'interno dei corsi d'acqua e dei canali di scolo che vengono intercettati lungo il tracciato. A tal riguardo rivestono particolare delicatezza i ponti canale che hanno in fianco a monte il fosso di guardia, nei quali sono realizzati degli sfioratori di sicurezza che permettono di scaricare eventuali portate in eccesso nel fosso di guardia stesso della trincea (di monte in quanto tutta l'acqua superficiale scorre da nord verso sud). La quota degli sfioratori è collocata di norma 10-20 cm sotto il piano campagna in modo da avere anche la possibilità nel caso di esondazioni diffuse a monte del tratto in trincea di provvedere ad una graduale deflusso delle acque sfruttando i ponti canale e quindi la rete di smaltimento superficiale.

E' importante sottolineare che i fossi di guardia di monte assumono una rilevante azione di protezione dei tratti in trincea e si valuterà in sede esecutiva la possibilità di creare, dove necessario, un collegamento tra di loro anche nei punti dove attualmente sono "tagliati" da un'interferenza sia essa idraulica o stradale (viabilità interferente). Tale provvedimento sarà studiato in accordo con i Consorzi di Bonifica.

Le sezioni tipo del sistema di drenaggio sono riconducibili, all'andamento planimetrico dell'asse stradale ed è stata sviluppata una sezione tipo in rettilineo e una sezione tipo in curva che si differenzia per la collocazione dei collettori con una successione del tutto simile al tratto in rilevato.

3.1.3.1 Descrizione degli elementi comuni

Per quanto riguarda i tratti in trincea le acque defluenti dalla sede stradale verranno raccolte ai margini della piattaforma stradale con l'utilizzo di canali in c.a. tipo cunetta nella quale troveranno alloggiamento i pozzetti per la raccolta delle acque di piattaforma e in parte delle scarpate.

I tratti in trincea sono realizzati nella maggioranza dei casi nelle zone in cui è possibile smaltire le acque per infiltrazione e quindi si ricorre in modo sistematico alle trincee e ai pozzi disperdenti.

I pozzi disperdenti sono realizzati mediante l'utilizzo di 8 elementi prefabbricati del diametro di 1.5 m e altezza 0.50 m posati su un letto di materiale drenante e rinfiacati sempre con del materiale drenante. In sommità è previsto una soletta prefabbricata adatta a carichi pesanti sormontata da un pozzetto senza fondo da 60x60 cm alla cui estremità superiore è posto un grigliato che funge anche da elemento di accesso per ispezione. A fianco di questo manufatto si colloca il pozzetto sifonato, dove scaricano, tramite una griglia in ghisa di classe UNI EN 124 D400, le cunette che raccolgono l'acqua di dilavamento della strada e dove avviene la separazione tra acque di prima e seconda pioggia, in modo concettualmente analogo a quello che avviene nel caso in rilevato descritto nei paragrafi precedenti. Le differenze rispetto al caso in rilevato sono:

- dimensioni del pozzetto; in questo caso risulta più alto (altezza interna pari a 1.26 m Figura 3-3) consentendo di avere un carico idrico massimo di 1.16 m sulla braga che si traduce in un foro su quest'ultima di diametro di 0.037 m.
- lo sfioratore delle acque di seconda pioggia non scarica ovviamente negli embrici, bensì nei pozzi drenanti descritti sopra e di conseguenza, se presente, nella trincea disperdente.

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

Tra i pozzi infatti viene realizzata anche una trincea disperdente (con esclusione dei tratti tra muri) delle dimensioni di circa 1.0x1.0 m in pietrisco con all'interno una tubazione disperdente in HDPE da 315 mm di diametro.

L'interasse tra tali pozzetti è indicata nelle tabelle *Tabella 4-5* ed in *Tabella 4-6*.

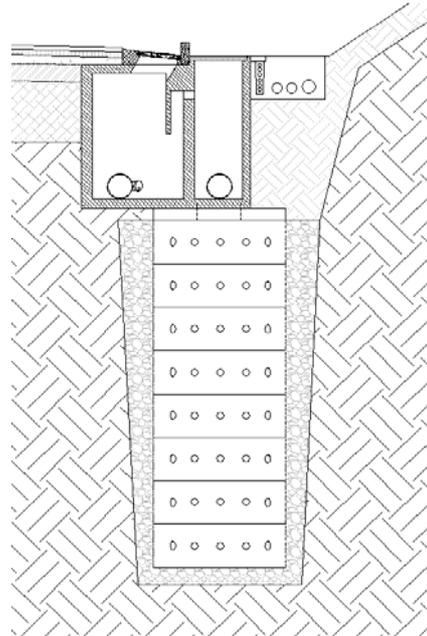
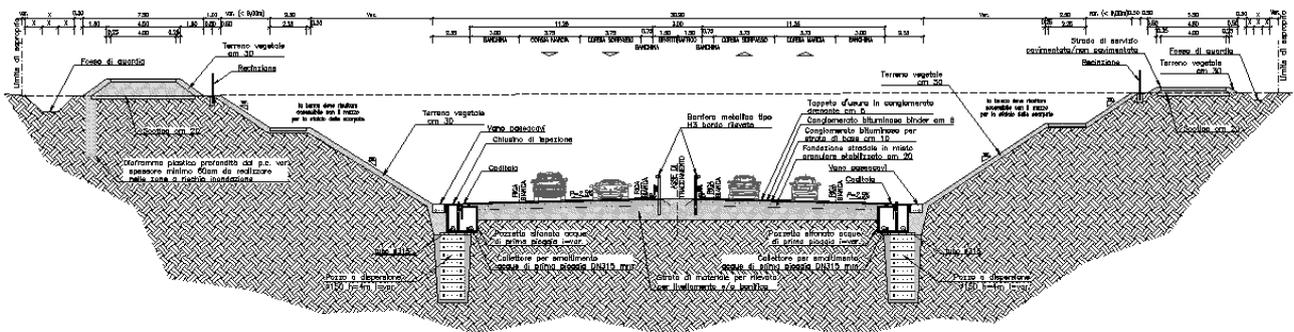


Figura 3-3: Pozzetto di raccolta in trincea

3.1.3.2 Sezioni in rettilo



Nei tratti in rettilo si hanno sempre sia pozzi sia trincee disperdenti per ciascun lato, ognuno dei quali raccoglie metà piattaforma e la relativa scarpata. Mentre all'interno dello spartitraffico centrale le acque non sono raccolte ma scaricate lateralmente.

L'interasse dei pozzetti di raccolta delle acque sarà uguale a quello dei pozzi disperdenti che avranno diametro interno di 1.5 m, alti 4 m, e sarà variabile a seconda della collocazione della sezione in esame, come mostrato di seguito in *Tabella 4-5* ed in *Tabella 4-6*.

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

Nel caso sia necessario realizzare un muro al piede della scarpata, la precipitazione che cade su quest’ultima sarà raccolta sul ciglio muro mediante una canaletta semicircolare del diametro 0.500 m che sarà interrotta ogni 50 m da un pozzetto sifonato che tramite una condotta posata a tergo del muro porta l’acqua nei pozzi disperdenti. Per evitare che il pozzetto venga intasato da materiale proveniente dalla scarpata (rifiuti, erba tagliata durante la manutenzione ecc) si prevede la posa di una griglia verticale sulla canaletta stessa al momento dell’ingresso del pozzetto (Figura 3-4).

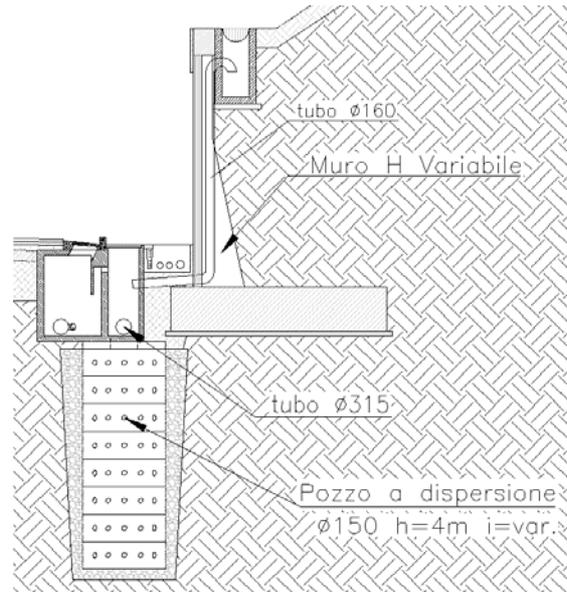
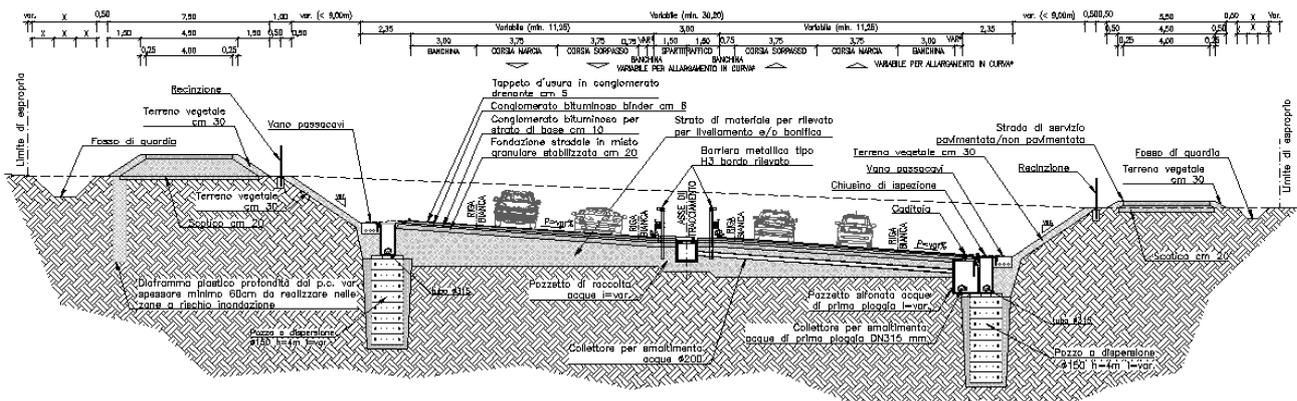


Figura 3-4: Pozzetto di raccolta con muri ai piedi della scarpata

3.1.3.3 Sezione in curva



Nei tratti in curva si hanno sempre sia pozzi che trincea disperdenti all’interno curva in quanto la corsia esterna viene collettata all’interno curva tramite pozzetti collocati nello spartitraffico e tubazioni da 200 mm, come nel caso del rilevato. In questo caso l’interesse dei pozzetti (anche in questo caso si tratterà di doppi pozzetti separatori affiancati) è doppio

rispetto a quello dei pozzi perdenti (che sono molto più frequenti) rimanendo comunque collegati fra loro tramite la tubazione a dispersione della trincea disperdente (se presente).

3.1.4 Viabilità tra muri

Per quanto riguarda i tratti in trincea tra muri lo schema di raccolta delle acque defluenti dalla sede stradale non cambia rispetto a quanto descritto per i tratti in trincea.

La differenza fondamentale risiede nel fatto che non avendo il contributo delle scarpate è possibile ridurre l'interasse dei pozzi disperdenti non realizzando in questo caso la trincea disperdente che sarebbe d'intralcio con le fondazioni. Le caditoie e i relativi pozzi si pongono in questo caso ad un interasse dipendente dalla collocazione della sezione (Tabella 4-5 e Tabella 4-6).

3.1.5 Viabilità tra diaframmi

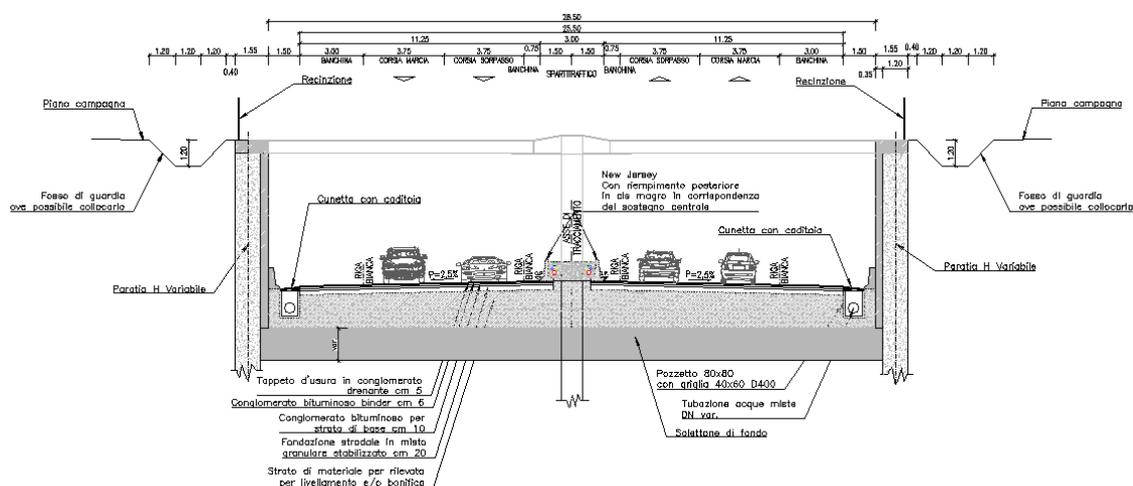
Caso particolare della viabilità tra muri è quella tra diaframmi. Questa è utilizzata laddove la falda risulta particolarmente elevata, perché garantisce l'impermeabilizzazione dell'asse principale nei confronti delle infiltrazioni.

In questa situazione non è possibile infiltrare la seconda pioggia, quindi tutta la precipitazione viene raccolta da tubazioni in PVC e avviata ad una vasca di sollevamento che provvederà a sollevarla verso il trattamento.

Il dimensionamento delle tubazioni avviene considerando un grado di riempimento massimo del 75% utilizzando le portate ricavate da Tabella 4-5 e Tabella 4-6.

3.1.5.1 Sezioni in rettifilo

Nelle sezioni tra diaframmi in rettifilo la raccolta dell'acqua avviene tramite dei pozzetti con grigli 40x60 posizionati ai margini della carreggiata. La profondità minima a cui deve essere posato il tubo a tale da avere almeno 70 cm tra il cielo tubo e lo strato di usura dell'asfalto.



3.1.5.2 Sezioni in curva

La raccolta delle acque della corsia interna è affidata ad un sistema identico a quello proposto per il rettilineo, mentre la carreggiata più esterna scarica in tubazioni posate all'interno dello spartitraffico sotto le polifore. La captazione delle piogge avviene tramite caditoie a bocca di lupo della larghezza di 60 cm che scaricano in un pozzetto che funge anche da ispezione avendo un accesso, protetto da griglia, nello spartitraffico. La griglia permette inoltre di captare la precipitazione che insiste sullo spartitraffico, riempito di calcestruzzo per proteggere le polifore.

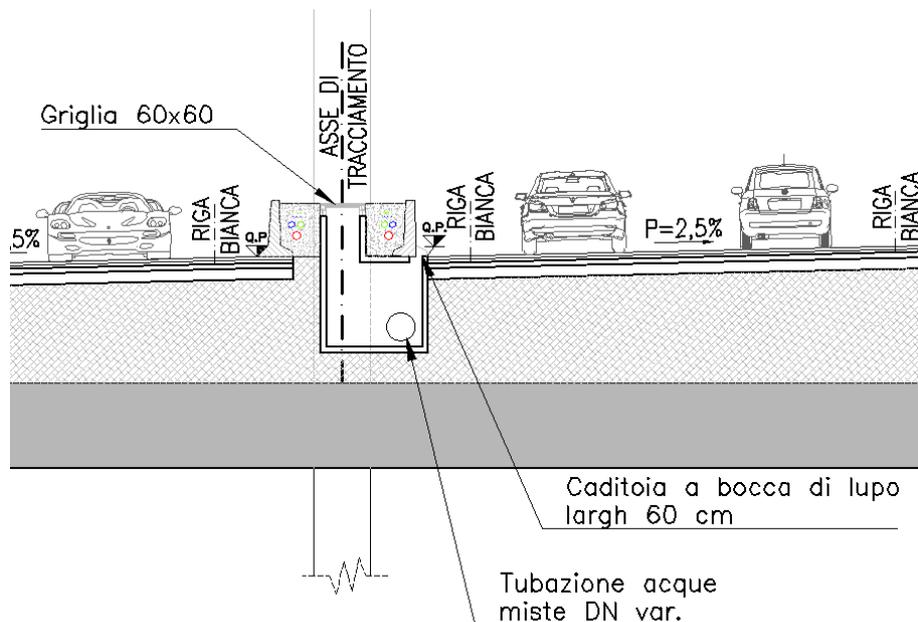


Figura 3-5: Sistema di raccolta a centro strada con viabilità tra diaframmi

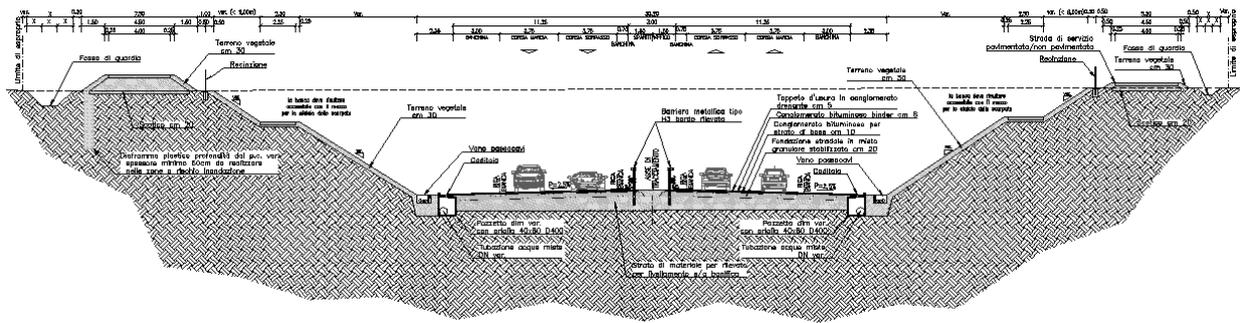
3.1.6 Viabilità nei tratti in trincea a falda elevata o a trattamento totale

In alcuni tratti la superstrada scende in trincea lambendo così la falda massima. In queste zone ovviamente non è possibile disperdere la precipitazione nel sottosuolo. Lo Per questa ragione si è deciso di raccogliere tutta la precipitazione e convogliarla agli impianti di trattamento. La stessa tipologia è applicata ai tratti a protezione totale in cui non si può infiltrare la precipitazione per evitare possibili contaminazioni dei pozzi di alimentazione degli acquedotti.

3.1.6.1 Sezioni in rettilifilo

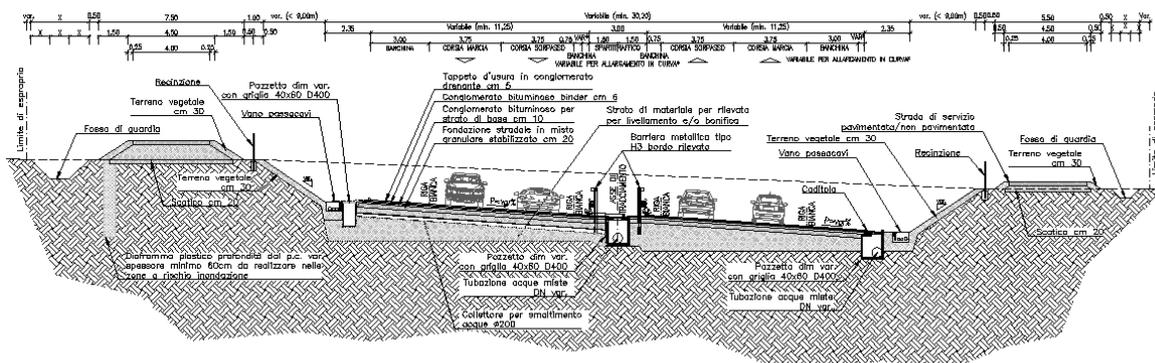
Nelle sezioni tra diaframmi in rettilifilo la raccolta dell'acqua avviene tramite dei pozzetti con griglia 80x80 posizionati ai margini della carreggiata. La profondità minima a cui deve essere posato il tubo a tale da avere almeno 70 cm tra il cielo tubo e lo strato di usura dell'asfalto.

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica



3.1.6.2 Sezioni in curva

La raccolta delle acque della corsia interna è affidata ad un sistema identico a quello proposto per il rettilineo, mentre la carreggiata più esterna scarica in tubazioni posate all'interno dello spartitraffico sotto le polifore. La captazione delle piogge avviene tramite caditoie 40x60 cm che scaricano in un pozzetto in cui confluiscono anche le acque che insistono sulla scarpata esterno curva, tramite una tubazione DN250 in PVC che attraversa tutta la carreggiata esterna.



3.1.7 Viabilità in galleria

La sezione tipo in galleria, pur non essendo da prevedere afflusso diretto di acque meteoriche, presenta, comunque, due tubazioni laterali, per collettare possibili sversamenti accidentali e la frazione di precipitazione che i veicoli provenienti dalla trincea trascinano con sé.

La conformazione del sistema è costituita da pozzetti sifonati tagliafuoco posti ad interasse di 50 m lungo le condotte di raccolta e convogliamento. Il sistema è stato studiato per permettere lo spegnimento delle eventuali fiamme del liquido in entrata, in modo da evitare il propagarsi dell'incendio anche a settori attigui delle gallerie.

La raccolta degli sversamenti è effettuata tramite la canaletta in cls

I collettori saranno in cls con un diametro minimo di 300 mm.

Le tubazioni sono ispezionabili in corrispondenza dei pozzetti sifonati rompitratta. I liquidi normalmente raccolti sono convogliati verso l'uscita della galleria, dove ci sarà l'innesto sulla tubazione di prima pioggia, che trasporterà l'acqua, trascinata all'interno della galleria dai mezzi, all'impianto di trattamento più vicino e l'eventuale sversamento alla vasca di onda nera dove sarà trattenuto in vista di un suo successivo e corretto smaltimento a mezzo di autocisterna ogni qualvolta si renda necessario.

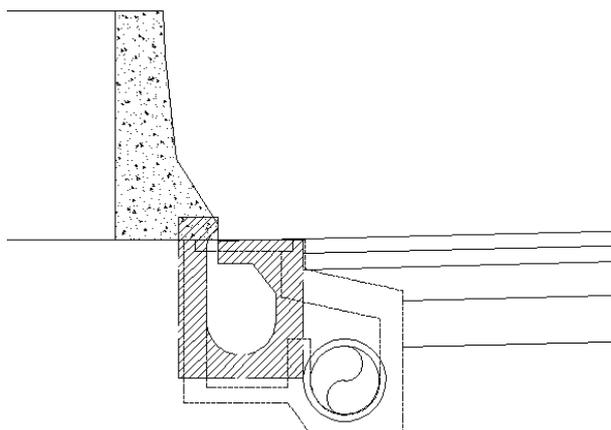


Figura 3-6: Particolare del drenaggio in galleria

Nel caso in cui i profili della strada prevedano compluvi all'interno delle gallerie verrà predisposto un opportuno sistema di pompaggio automatizzato per evitare ristagni e far confluire le acque nel sistema di trattamento acque di prima pioggia posto nelle immediate vicinanze degli imbocchi.

3.1.8 Viabilità in viadotto

Lo schema di raccolta e smaltimento delle acque di dilavamento della piattaforma stradale si articola in una rete di collettori che raccolgono le acque meteoriche che insistono sulla piattaforma stradale.

Le acque meteoriche saranno captate da appositi bocchettoni dotati di griglia in ghisa carrabile di classe UNI EN 124 D400 che scaricherà direttamente nelle tubazioni sottostanti, annegate nel getto dell'impalcato, rispettivamente in curva o in rettilineo, con interasse di 10 m. Le tubazioni correnti in materiale plastico del diametro da 200 a 315 mm massimi (per i viadotti più lunghi si possono preveder in batteria) saranno realizzate all'interno della struttura e non risulteranno in vista per motivi estetici; saranno collettate a fine viadotto nelle tubazioni del rilevato con un opportuno pozzetto scolmatore per la separazione della prima pioggia.

Tutta l'acqua meteorica verrà raccolta nei collettori per poi essere portata a terra lungo le spalle e inserita nel normale sistema di smaltimento delle tratte in rilevato.

3.2 Raccolta acque nelle zone a protezione totale

Nelle zone di rispetto dei pozzi idropotabili va posta particolare attenzione allo smaltimento delle acque di piattaforma per evitare potenziali contaminazione della falda acquifera.

Data la delicatezza del territorio tale fascia verrà definita in un'area di **raggio pari a 200 m** dall'asse del pozzo.

In tali aree il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma non può prevedere infiltrazione nel terreno e quindi, previa laminazione, le acque vanno recapitate nei recettori superficiali con un **sistema chiuso** che dia la massima garanzia nei confronti anche dello sversamento accidentale.

Il sistema chiuso si esplicherà in due modalità diverse a seconda che ci si trovi in trincea o in rilevato:

- Trincea: la precipitazione viene invasata in vasche poste sotto la SPV, che hanno il compito di laminare l'acqua e rilasciarla lentamente attraverso i filtri di trattamento, a valle dei quali si trova il sollevamento che scarica le piogge nel corpo idrico. Questa soluzione presenta numerosi vantaggi, tra cui il trattamento dell'intera pioggia e la riduzione della portata delle pompe con indubbi benefici a livello energetico e gestionale. In alcuni casi se il volume da stoccare è eccessivo alle vasche poste sotto la viabilità saranno aggiunte degli invasi al piano campagna in cui sono posti i filtri (Paragrafo 6.3). Questa metodologia si applica anche ai caselli e aree di servizio (anche in zona a protezione standard se non è possibile infiltrare). Nel caso si presenti uno sversamento accidentale le sonde e/o l'operatore in remoto danno l'ordine di apertura della valvola a farfalla posta a monte dell'onda nera in cui può defluire il refluo;

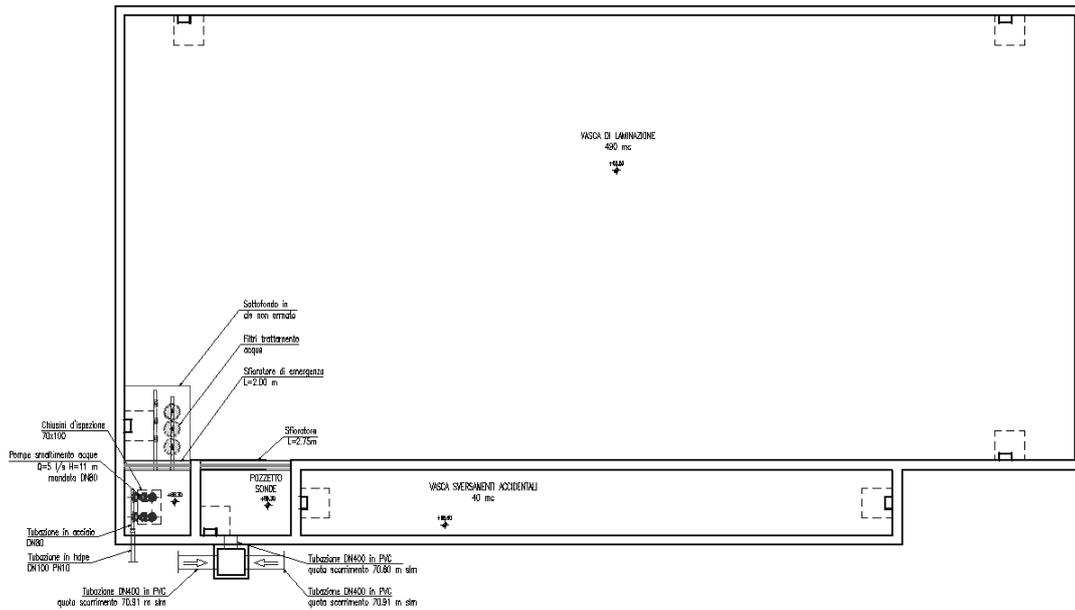


Figura 3-7 esempio di vasca di laminazione con trattamento nei tratti in trincea a protezione totale

- Rilevato: si prevedono due casi:
 - ✓ Rilevato stradale: in questo caso lo schema rimane simile a quello attuato con raccolta separata delle prima pioggia e impianti di trattamento in piazzola, ma gli scarichi degli impianti e la seconda pioggia defluiscono nei fossi di guardia e dopo opportuna laminazione verso recettori superficiali. La laminazione potrebbe avvenire direttamente nei fossi (eventualmente allargati) o in bacini realizzati ad hoc.
 - ✓ Rilevato in aree di servizio o caselli: realizzazione di vasche di prima pioggia e sistemi di smaltimento di prima pioggia dopo trattamento e seconda pioggia tramite scarico in recettori superficiali previa opportuna laminazione.

In entrambe le tipologie di sezione stradale i fossi o i bacini ricettori delle piogge sono impermeabilizzati tramite uno strato di argilla ($k=10^{-6}$ m/s) di 0.50 m di spessore onde evitare qualsiasi tipo di infiltrazione.

Nel punto di immissione nel corpo idrico ricettore, che sarà presidiato da un manufatto regolatore, si prevede l'installazione di una paratoia manuale che in caso di sversamento accidentale può essere chiusa per isolare il refluo e poterlo raccogliere e opportunamente smaltire.

3.3 Raccolta acque nelle zone a protezione parziale

La protezione parziale viene applicata dove:

- la **curva isocrona** di alimentazione del pozzo a **12 mesi** interseca la SPV;
- le **linee di flusso** indicano che il tempo di percorrenza dell'inquinante tra SPV e pozzo è inferiore ai **12 mesi**.

Le isocrone sono state ricostruite in forma semplificata, applicando una velocità di flusso di 5 m/giorno, pari a 2 volte la velocità massima indicata per il flusso di falda nella zona in esame dallo studio commissionato dall'Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale A.A.T.O. Brenta al Centro Internazionale di Idrologia "Dino Tonini" dell'Università di Padova ed al Centro Idrico di Novoledo S.r.l., denominato "Modello di flusso nei sistemi acquiferi dei territori dell'Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale A.A.T.O. Brenta".

Le linee di flusso sono state inoltre determinate con riferimento alla carta delle isopiezometriche derivanti dal medesimo modello. Esse rappresentano pertanto una situazione media che, come sottolineato nel corso del dibattito tecnico di cui alle premesse dagli esponenti delle A.A.T.O., è soggetta a variazioni nel corso dell'anno e tra anni diversi.

Per tale motivo le aree di protezione parziale sono state estese, in alcune tratte e su richiesta delle A.A.T.O, anche a zone non direttamente ricadenti a valle delle linee di flusso medie.

3.3.1 Tratti in trincea

I tratti in trincea sono sicuramente i più problematici, perché interessano aree più profonde del sottosuolo e che quindi rappresentano un maggior rischio di inquinamento della falde che sono captati dai pozzi di approvvigionamento idrico.

Di seguito si riportano le migliori proposte:

- Potenziamento della capacità di raccolta dei pozzetti di prima pioggia portandoli da 1 l/s a 1.5 l/s, aumentando la possibilità di intercettare gli sversamenti accidentali e garantire il trattamento delle acque di prima pioggia per piogge con tempo di ritorno più estesi. Tale soluzione potrebbe essere estesa a tutta la SPV;
- Tali impianti devono essere certificati secondo la normativa vigente;
- Pompaggio in superficie di tutta la precipitazione afferente all'impianto, che saranno convogliate sul fosso di guardia e dopo eventuale laminazione scaricate in un corpo idrico;
- Remotizzazione del controllo della vasca sversamenti accidentali lasciando l'automatismo solo alla presenza di fluidi in tempo asciutto.

In tabella si riportano le caratteristiche delle stazioni di sollevamento delle acque di prima pioggia a seguito del trattamento

Q impianto	Num pompe	Q pompa
l/s		l/s
200	2+1	100
150	2+1	75
125	2+1	65
100	2+1	50
80	2+1	40
65	2+1	35
50	1+1	50
40	1+1	40
30	1+1	30

Tabella 3-2 Tipologia delle stazioni di sollevamento per la prima pioggia a seguito del trattamento

3.3.2 Tratti in rilevato

Per i tratti in rilevato si propongono le seguenti migliorie per le zone a rischio:

Eliminazione ove possibile dei pozzi disperdenti, affidando lo smaltimento delle acque solo al fosso (inibendo l'infiltrazione profonda) o laminando la precipitazione e scaricando in un corpo idrico ricettore. Questa soluzione prevede l'allargamento del fosso di guardia. Qualora questa opzione non fosse realizzabile la prima pioggia in uscita dall'impianto non viene scaricata nel fosso di guardia ma convogliata direttamente in un corpo idrico mediante tubazione.

3.4 Svincoli

Il drenaggio delle acque meteoriche in corrispondenza delle piste di svincolo verso il casello avviene nello stesso modo già descritto per i tratti di asse principale in rilevato.

Il sistema prevalente sarà costituito dalla dispersione per infiltrazione nel terreno tolta la prima pioggia

3.5 Aree di servizio e caselli

In corrispondenza delle aree di servizio e dei caselli la raccolta delle acque meteoriche avviene in modo misto, attraverso caditoie e collettamento delle acque in condotte opportunamente dimensionate.

Nella sezione di chiusura del bacino di raccolta, la separazione delle acque di prima pioggia dalle rimanenti portate meteoriche viene realizzata mediante un manufatto sfioratore che devia la prima pioggia nelle vasche di accumulo e consegna le portate al trattamento. Nello

stesso pozzetto, o in un pozzetto collocato subito a monte, si posiziona la valvola per deviare gli sversamenti accidentali in una vasca isolata della capacità di 40 m³.

3.6 Opere connesse e viabilità interferita

Lo schema di raccolta e smaltimento delle acque di dilavamento della piattaforma stradale nel caso delle opere connesse e la viabilità interferita è vincolato dal fatto che per queste opere non è previsto alcun trattamento delle acque meteoriche.

La viabilità connessa o interferita è riconducibile alle seguenti tipologie:

- viabilità in rilevato;
- viabilità in trincea;
- viabilità in viadotto;

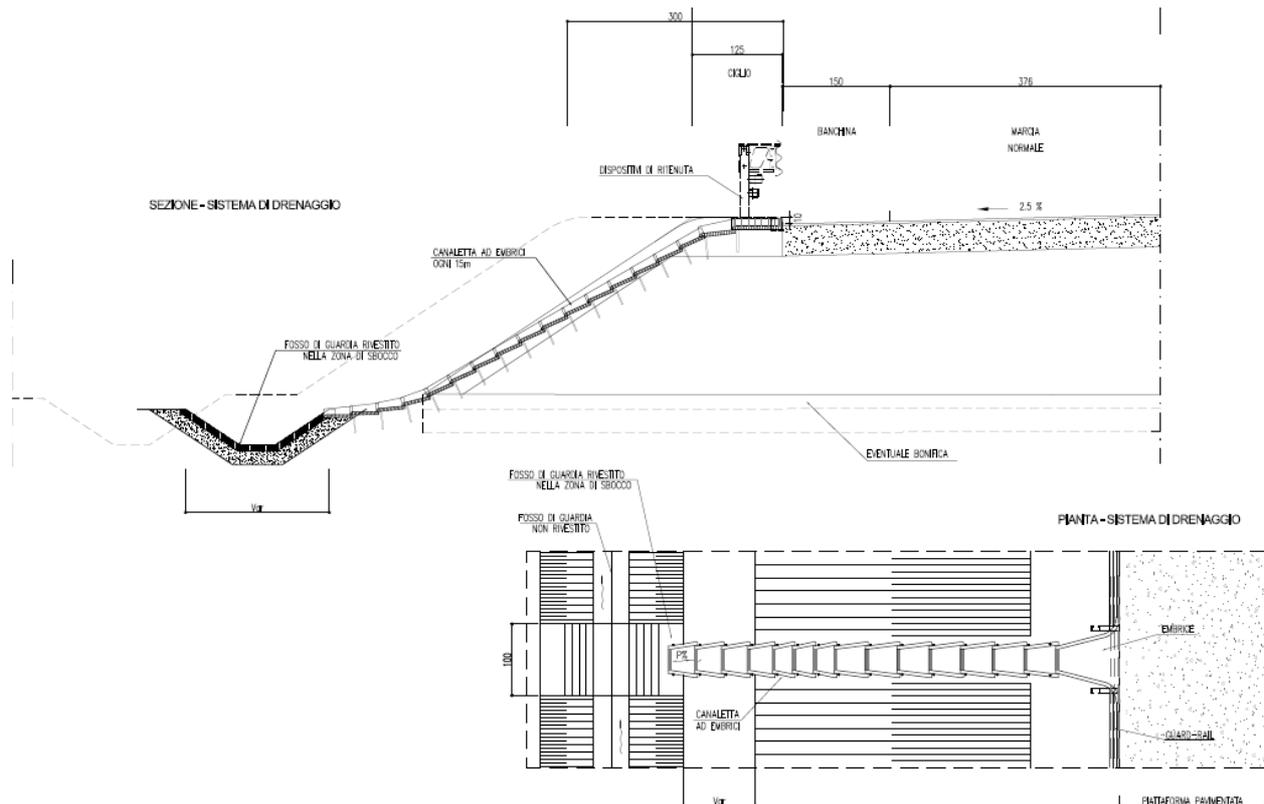
Ad ognuna di queste corrispondono altrettanti schemi principali di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento simili a quella prevista per l'asse super stradale senza la separazione della prima pioggia.

Le differenze fondamentali riguardano il fatto che per essi, data la modestia delle sezioni viabili lo smaltimento per infiltrazione si realizza mediante i due fossi di guardia laterali delle dimensioni standard di 0.50 m di fondo per una profondità di 0.50 m.

3.6.1 Viabilità in rilevato

Per quanto riguarda i tratti in rilevato le acque defluenti dalla sede stradale verranno raccolte ai margini della piattaforma stradale sulla banchina con l'utilizzo a ridosso del ciglio erboso.

A determinati intervalli (interasse medio 30 m) l'elemento marginale sarà interrotto e tramite l'utilizzo di embrici in CA le acque saranno convogliate all'interno dei fossi di guardia che si trovano ai piedi del rilevato. Tali fossi di guardia avranno delle dimensioni tali da garantire oltre al trasporto la laminazione dei picchi di piena. Saranno in terra delle dimensioni minime in sommità di 2,50 m. Le sponde avranno una pendenza di 1 su 1. La larghezza del fondo minima sarà di 0.50 m. Tale dimensione evita problemi di riduzione delle sezione idraulica dovuti ad ostruzioni che si possono creare a causa dei depositi, ed evita la necessità di una continua manutenzione. Localmente le dimensioni di tali elementi potranno variare, in quanto oltre a dovere garantire la laminazione delle portate, possono ricevere degli scarichi concentrati dagli impianti di trattamento. L'altezza minima sarà di 0.5 m, e comunque variabile in ragione dell'andamento del territorio.



Le sezioni tipo del sistema di drenaggio sono riconducibili, all'andamento planimetrico dell'asse superstradale e, quindi, è stata sviluppata una sezione tipo in rettilo e una sezione tipo in curva, la prima sarà a schiena d'asino la seconda ad unica falda che scola verso l'interno della curva.

3.6.2 Viabilità in trincea

Per quanto riguarda i tratti in trincea le acque defluenti dalla sede stradale verranno raccolte ai margini della piattaforma stradale tramite l'utilizzo di una cunetta alla francese posata ai margini della banchina.

A determinati intervalli la cunetta sarà interrotta da caditoie che hanno al funzione di captare le acque e convogliare nei tubazioni in PVC che porteranno ai pozzi e trincee disperdenti.

3.6.3 Viabilità in viadotto

Le acque meteoriche saranno captate da appositi bocchettoni dotati di griglia in ghisa carrabile di classe UNI EN 124 D400 che scaricherà direttamente nelle tubazioni sottostanti, poste sul ciglio interno od esterno, rispettivamente in curva o in rettilo, con interasse di 10 m. Le tubazioni correnti in acciaio inox verranno appese alla struttura dell'impalcato.

Poichè le condotte sono esposte agli sbalzi termici, il loro montaggio deve essere fatto tenendo conto delle dilatazioni proprie e di quelle della struttura alla quale sono ancorati. Si

dovranno perciò prevedere opportuni manicotti che consentono la libera dilatazione della condotta.

I collettori scaricheranno direttamente al suolo tramite l'utilizzo di pluviali in corrispondenza delle pile e delle spalle inserendosi nei sistemi di smaltimento dei rilevati di approccio.

3.7 I bacini di laminazione e/o fitodepurazione

Lungo il percorso superstradale e in modo speciale nei tratti in cui si attraversano formazioni impermeabili che obbligano a recapitare le acque di origine meteorica verso recettori superficiali, si prevede di realizzare dei bacini di laminazione fitodepurazione .

4. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

Si riportano nei paragrafi che seguono i criteri generali di dimensionamento del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma applicati alle viabilità oggetto della presente relazione.

4.1 Analisi idrologica

Per il corretto dimensionamento della rete di smaltimento delle acque di piattaforma è innanzitutto necessario quantificare l'entità della pioggia che cade sull'infrastruttura in progetto. Per definire questo valore risulta indispensabile conoscere il regime delle precipitazioni che caratterizza l'area oggetto degli interventi ed in particolare i parametri a ed n caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica della zona in esame.

L'analisi idrologica parte dalla definizione della *curva segnalatrice di probabilità pluviometrica*, espressa dall'equazione:

$$h(T_r) = a(T_r) \cdot T_p^{n(T_r)}$$

dove T_p tempo di durata della precipitazione;

T_r tempo di ritorno, ossia il tempo in cui mediamente un evento viene uguagliato o superato;

a, n sono dei coefficienti che dipendono dal tempo di ritorno;

Quest'equazione in un piano bilogarithmico è rappresentata, come mostrato in Figura 4-1, da una retta con coefficiente angolare n ed intercetta $\log(a)$.

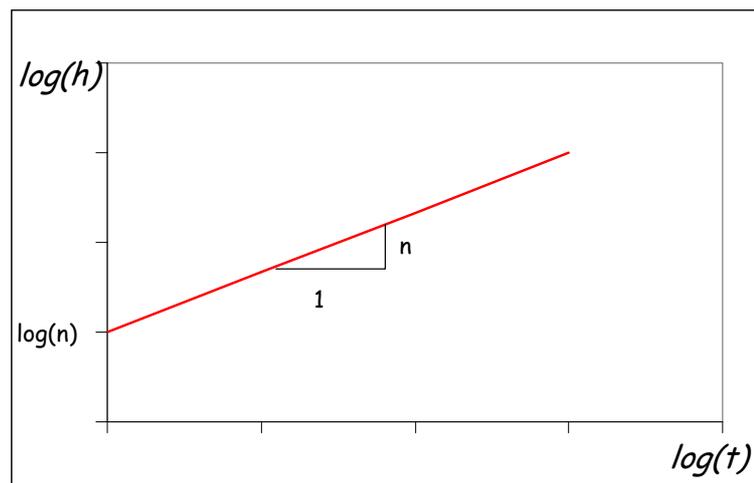


Figura 4-1: curva di possibilità pluviometrica nel piano bilogarithmico

Il tratto di superstrada in progetto ha uno sviluppo di circa 90 km e interessa 2 provincie: lungo il percorso sono state individuate 8 stazioni pluviometriche che sono state analizzate nella relazione idrologica di dettaglio allegata al presente progetto.

Da detta relazione sono state individuate due zone omogenee per quanto attiene agli scrosci corrispondente in modo sorprendente proprio con le due provincie del dettaglio:

- Per la provincia di Vicenza (Trissino Malo Rosà Breganze Montebelluna)

$$h = a t^{0.55} \quad [\text{mm}]$$

dove :

$$a = 6.53 \quad \text{Tr} = 10$$

$$a = 7.45 \quad \text{Tr} = 25$$

$$a = 8.13 \quad \text{Tr} = 50$$

- Per la provincia di Treviso (Castelfranco Volpago Villorba)

$$h = a t^{0.45} \quad [\text{mm}]$$

dove :

$$a = 8.23 \quad \text{Tr} = 10$$

$$a = 9.55 \quad \text{Tr} = 25$$

$$a = 10.53 \quad \text{Tr} = 50$$

4.2 Tempi di ritorno di calcolo

Per il calcoli idraulici e il dimensionamento delle opere si è adottato il seguente schema di derivazione ANAS:

- Drenaggio della piattaforma stradale Tr = 25 anni;
- Fossi di guardia dell'asse principale Tr = 50 anni;
- Fossi di guardia strade secondarie Tr = 25 anni

4.3 Calcolo delle portate di progetto

Una volta definita la curva di possibilità climatica per la zona oggetto degli interventi e stabilito il tempo di ritorno della precipitazione di progetto, si è proceduto al calcolo della portata convogliata nella rete, seguendo due metodi diversi a seconda della tipologia di smaltimento possibile nelle aree circostanti l'infrastruttura.

4.3.1 Smaltimento in trincee e pozzi disperdenti e vasche di fitodepurazione

Nei tratti in cui la permeabilità del terreno consente la dispersione delle acque di piattaforma, il dimensionamento della rete in progetto è stato effettuato attraverso l'applicazione di un modello di invaso semplificato che definisce il valore della portata Q come il prodotto della superficie S del bacino afferente a ciascun tratto e di un valore del coefficiente udometrico u definito dalla seguente nota formula (Datei Da Deppo Salandin Sistemazione dei Corsi d'acqua Ed. Cortina Padova):

$$Q = u \cdot S$$

$$u = \left(\frac{K_c}{v_0} \right)^{\frac{1-n}{n}}$$

$$K_c = \left(\frac{10 \cdot \varphi \cdot a'}{\varepsilon \cdot 3.6^{n'}} \right)^{\frac{1}{1-n}} \cdot \frac{1}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}}$$

dove:

- $\alpha = 1.5$ per le sezioni aperte;
- a, n = coefficienti delle curve di possibilità pluviometrica;
- v_0 = volume specifico, ossia il volume d'invaso v_0 dell'intero sistema immaginato distribuito sulla superficie totale scolante S del bacino
- φ = coefficiente di deflusso, dato dal rapporto tra il volume totale dei deflussi superficiali ed il volume totale degli afflussi meteorici.
- ε = coefficiente = $3.94 - 8.21 \cdot n + 6.23n^2$

Inoltre i coefficienti a e n vanno ragguagliati:

$$a' = a \left(1 - 0.052 \cdot \frac{S}{100} + 0.002 \cdot \left(\frac{S}{100} \right)^2 \right) \quad S = [hm^2]$$

$$n' = n + 0.0175 \frac{S}{100}$$

$$n'' = n' \frac{4}{3}$$

Il primo parametro da definire è il coefficiente di deflusso medio dato dalla applicazione di diversi valori (0.9 pavimentazione 0.6 rampa) a seconda della superficie interessata e della sezione tipo considerata; si distinguono i seguenti casi principali:

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

RILEVATO

RETTIFILO

CARREGGIATA

strada	13.75	0.9	12.375	0.626582
rampe h med.	6	0.6	3.6	0.182278
			Area =	19.75
			φ_{medio} =	0.808861
			u =	457.3
			q [l/s m] =	0.90

CURVA

CARREGGIATA

ESTERNA

strada	12.75	0.9	11.475	0.9
rampe h med.	0	0.6	0	0
			Area =	12.75
			φ_{medio} =	0.9
			u =	555.3
			q =	0.71

CURVA

CARREGGIATA

INTERNA

strada	15.25	0.9	13.725	0.677778
rampe h med.	5	0.6	3	0.148148
			Area =	20.25
			φ_{medio} =	0.825926
			u =	475.0
			q =	0.96

CURVA

CARREGGIATA

ESTERNA RAMPA

strada	0	0.9	0	0
rampe h med.	7	0.6	4.2	0.6
			Area =	7
			φ_{medio} =	0.6
			u =	265.7
			q =	0.19

CURVA

2 CARREGGIATE

SCARPATA

INTERNA

strada	28	0.9	25.2	0.763636
rampe h med.	5	0.6	3	0.090909
			Area =	33
			φ_{medio} =	0.854545
			u =	505.4
			q =	1.67

RETTIFILO SU MURI

CARREGGIATA

strada	13.75	0.9	12.375	0.9
rampe h med.	0	0.6	0	0
			Area =	13.75
			φ_{medio} =	0.9
			u =	555.3
			q [l/s m] =	0.76

CURVA SU MURI

CARREGGIATA

strada	28	0.9	25.2	0.9
rampe h med.	0	0.6	0	0

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

Area =	28
φ_{medio} =	0.9
u =	555.3
q [l/s m] =	1.55

Tabella 4-1: principali caratteristiche delle diverse sezioni considerate per lo smaltimento delle acque di piattaforma in rilevato provincia di Vicenza

TRINCEA CON SCARPATE

RETTIFILO CARREGGIATA

strada	13.25	0.9	11.925	0.422124
rampe h med.	15	0.6	9	0.318584
				28.25
			φ_{medio} =	0.740708
			u =	389.7
			q =	1.10

CURVA

2 CARREGGIATE

SCARPATA
INTERNA

strada	28	0.9	25.2	0.586047
rampe h med.	15	0.6	9	0.209302
			Area =	43
			φ_{medio} =	0.795349
			u =	443.5
			q =	1.91

CURVA

CARREGGIATA

ESTERNA RAMPA

strada	0	0.9	0	0
rampe h med.	15	0.6	9	0.6
			Area =	15
			φ_{medio} =	0.6
			u =	265.7
			q =	0.40

TRINCEA TRA MURI

CARREGGIATA RETTIFILO

strada	15.1	0.9	13.59	0.9
rampe h med.	0	0.6	0	0
			Area =	15.1
			φ_{medio} =	0.9
			u =	555.3
			q =	0.84

TRINCEA TRA MURI

2 CARREGGIATE INTERNO CURVA

strada	30.2	0.9	27.18	0.9
rampe h med.	0	0.6	0	0
			Area =	30.2
			φ_{medio} =	0.9
			u =	555.3
			q =	1.68

Tabella 4-2: principali caratteristiche delle diverse sezioni considerate per lo smaltimento delle acque di piattaforma in trincea provincia di Vicenza

RILEVATO**RETTIFILO CARREGGIATA**

strada	13.75	0.9	12.375	0.626582
rampe h med.	6	0.6	3.6	0.182278
			Area =	19.75
			φ_{medio} =	0.808861
			u =	634.7
			q [l/s m] =	1.25

CURVA CARREGGIATA ESTERNA

strada	12.75	0.9	11.475	0.9
rampe h med.	0	0.6	0	0
			Area =	12.75
			φ_{medio} =	0.9
			u =	804.7
			q =	1.03

CURVA CARREGGIATA INTERNA

strada	15.25	0.9	13.725	0.677778
rampe h med.	5	0.6	3	0.148148
			Area =	20.25
			φ_{medio} =	0.825926
			u =	664.9
			q =	1.35

CURVA CARREGGIATA ESTERNA RAMPA

strada	0	0.9	0	0
rampe h med.	7	0.6	4.2	0.6
			Area =	7
			φ_{medio} =	0.6
			u =	326.8
			q =	0.23

CURVA 2 CARREGGIATE SCARPATA INTERNA

strada	28	0.9	25.2	0.763636
rampe h med.	5	0.6	3	0.090909
			Area =	33
			φ_{medio} =	0.854545
			u =	717.2
			q =	2.37

Tabella 4-3: principali caratteristiche delle diverse sezioni considerate per lo smaltimento delle acque di piattaforma in rilevato provincia di Treviso

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

TRINCEA CON SCARPATE

RETTIFILO	CARREGGIATA			
strada	13.25	0.9	11.925	0.422124
rampe h med.	15	0.6	9	0.318584
				28.25
			$\varphi_{medio} =$	0.740708
			u =	522.0
			q =	1.47

CURVA	2 CARREGGIATE		SCARPATA INTERNA	
strada	28	0.9	25.2	0.586047
rampe h med.	15	0.6	9	0.209302
			Area =	43
			$\varphi_{medio} =$	0.795349
			u =	611.4
			q =	2.63

CURVA	CARREGGIATA		ESTERNA	RAMPA
strada	0	0.9	0	0
rampe h med.	15	0.6	9	0.6
			Area =	15
			$\varphi_{medio} =$	0.6
			u =	326.8
			q =	0.49

TRINCEA TRA MURI	CARREGGIATA RETTIFILO			
strada	15.1	0.9	13.59	0.9
rampe h med.	0	0.6	0	0
			Area =	15.1
			$\varphi_{medio} =$	0.9
			u =	804.7
			q =	1.22

TRINCEA TRA MURI	2 CARREGGIATE INTERNO CURVA			
strada	30.2	0.9	27.18	0.9
rampe h med.	0	0.6	0	0
			Area =	30.2
			$\varphi_{medio} =$	0.9
			u =	804.7
			q =	2.43

Tabella 4-4: principali caratteristiche delle diverse sezioni considerate per lo smaltimento delle acque di piattaforma in trincea provincia di Treviso

Nel caso in esame, ipotizzando un valore del volume specifico v_0 pari a $60 \text{ m}^3/\text{ha}$ a seconda della tipologia della sezione tipo considerata (Tabella 4-1), si sono ottenuti i valori del coefficiente udometrico riassunti in Tabella 4-5 ed in Tabella 4-6.

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

	COEFFICIENTE UDOMETRICO	PORTATA PER UNITÀ DI LUNGHEZZA	SISTEMA DI SMALTIMENTO	INTERASSE CADITOIE
TIPOLOGIA	u [l/s/ha]	q [l/s/m]	-	-
rilevato in rettilineo carreggiata con rampe	457	0.90	fosso 1.2x1.2 m + pozzi H4m i = 42 m	25.0
rilevato in curva carreggiata esterna senza rampe e interna con rampa scaricata all'interno curva	505	1.67	fosso 1.2x1.2 m + pozzi H4m i = 16.0 m	25.0
rilevato carreggiata esterna solo rampe (caso complementare al precedente)	266	0.19	fosso 1.0x1.0 m	-
trincea rettilineo carreggiata con rampe o muri bassi	390	1.10	trincea disperdente + pozzi H4m i = 23 m	23.0
trincea in curva carreggiata esterna senza rampe e interna con rampa scaricata all'interno curva	444	1.91	trincea disperdente + pozzi H4m i = 12 m	24.0
trincea curva carreggiata esterna solo rampa (caso complementare al precedente)	266	0.40	trincea disperdente + pozzi H4m i = 110 m	-
trincea in rettilineo tra muri carreggiata	555	0.84	pozzi H4 m i = 25 m	25.0
trincea tra muri in curva carreggiata interna e esterna scaricata interno curva	555	1.68	pozzi H4m i = 12 m	24.0
rilevato su muri in rettilineo	555	0.76	fosso 1.2x1.2 m + pozzi H4m i = 57 m	25.0
rilevato su muri in curva	555	1.55	fosso 1.2x1.2 m + pozzi H4m i = 18 m	25.0

Tabella 4-5: valori del coefficiente udometrico per le diverse sezioni considerate Tr 25 anni – zona provincia di Vicenza

	COEFFICIENTE UDOMETRICO	PORTATA PER UNITÀ DI LUNGHEZZA	SISTEMA DI SMALTIMENTO	INTERASSE CADITOIE
TIPOLOGIA	u [l/s/ha]	q [l/s/m]	-	-
rilevato in rettilineo carreggiata con rampe	635	1.25	fosso 1.2x1.2 m + pozzi H4m i = 25 m	25.0
rilevato in curva carreggiata esterna senza rampe e interna con rampa scaricata all'interno curva	717	2.37	fosso 1.2x1.2 m + pozzi H4m i = 11 m	25.0
rilevato carreggiata esterna solo rampe (caso complementare al precedente)	327	0.23	fosso 1.0x1.0 m	-
trincea rettilineo carreggiata con rampe o muri bassi	522	1.47	trincea disperdente + pozzi H4m i = 17 m	17.0
trincea in curva carreggiata esterna senza rampe e interna con rampa scaricata all'interno curva	611	2.63	trincea disperdente + pozzi H4m i = 9 m	18.0
trincea curva carreggiata esterna solo rampa (caso complementare al precedente)	327	0.49	trincea disperdente + pozzi H4m i = 75 m	-
trincea in rettilineo tra muri carreggiata	805	1.22	pozzi H4m i = 17 m	17.0
trincea tra muri in curva carreggiata interna e esterna scaricata interno curva	805	2.43	pozzi H4m i = 9 m	18.0
rilevato su muri in rettilineo	805	1.11	fosso 1.2x1.2 m + pozzi H4m i = 30 m	25.0
rilevato su muri in curva	805	2.25	fosso 1.2x1.2 m + pozzi H4m i = 11 m	25.0

Tabella 4-6: valori del coefficiente udometrico per le diverse sezioni considerate Tr 25 anni – zona provincia di Treviso

4.3.2 Smaltimento in ricettori superficiali

Nei tratti in cui la permeabilità del terreno non consente la dispersione delle acque di piattaforma, il dimensionamento della rete è stato condotto applicando il metodo dell'invaso.

Tale metodo fonda la propria validità concettuale sulla capacità che il sistema possiede di trasmettere e di invasare un significativo volume della precipitazione in ingresso distribuendolo tra la rete di raccolta e le superficie scolanti e permettendo così di ridurre le dimensioni dei fossi, che altrimenti risulterebbero ingiustificatamente sovradimensionate.

Per maggiore chiarezza, si riporta di seguito una breve descrizione del metodo utilizzato.

Si sono innanzitutto definite lungo l'intero tratto di superstrada in progetto le zone impermeabili o nelle quali non risulta comunque possibile utilizzare la dispersione diretta nel terreno ed individuati i corpi ricettori più vicini a ciascuna di tali aree.

Per ciascun tratto individuato si è quindi definita la sezione tipo (trincea/rilevato/viadotto – curva/rettifilo – carreggiata/semicarreggiata/rampe) e quindi la superficie contribuente; come visto al paragrafo precedente.

Una volta fissato il tempo di ritorno dell'evento di riferimento ($T_r = 50$ anni) ed individuate le caratteristiche geometriche dei singoli sottobacini afferenti alla rete, si è quindi effettuato il calcolo del volume d'invaso per ciascun tratto di rete in esame, costituito dalla somma del volume d'invaso contenuto nell'insieme dei fossi posti a monte della sezione considerata, dal volume dei piccoli invasi (ossia il velo idrico accumulato sulla superficie scolante all'interno di buche, piccoli avvallamenti, etc.) e del volume accumulato nel tratto in esame. Il canale-tipo adottato ha forma trapezoidale, con larghezza del fondo pari ad 1.20 m, altezza 1.20 m e pendenza delle sponde 1:1; al suo interno dovrà essere garantito un franco minimo di 0.30 m; per questo per il calcolo della portata si è imposto per ciascun tratto un valore del tirante pari a 0.90 m, ottenuto tramite opportuni stramazzi posti ad interasse variabile in funzione della pendenza. Il valore del volume dei piccoli invasi è stato infine assunto pari a 60 m³/ha.

Gli stramazzi e gli scarichi saranno dimensionati in modo da garantire una portata scaricata nel recettore superficiale minore o uguale a 20 l/s per ettaro di superficie drenata in modo da rispettare la compatibilità idraulica definita dal piano di gestione delle acque.

4.3.3 Basi teoriche

Le equazione che permettono di descrivere il fenomeno della laminazione e quindi il funzionamento idraulico di una generica vasca di laminazione sono tre:

1. L'equazione dei serbatoi:

$$Q_a(t) - Q_e(t) = \frac{dV(t)}{dt}$$

nella quale:

$Q_a(t)$ è la portata in ingresso (afflusso) alla vasca al generico istante t , essa dipende dall'evento meteorico considerato e dalle caratteristiche del bacino contribuente

$Q_e(t)$ è la portata in uscita (efflusso) dalla vasca

$V(t)$ è il volume invasato nella vasca all'istante t ,

2. la relazione funzionale tra il volume invasato ed il livello idrico h nell'invaso

$$V(t) = V(h(t))$$

che dipende esclusivamente dalla geometria della vasca;

3. la legge di efflusso che governa l'uscita dalla vasca:

$$Q_e(t) = Q_e(h(t))$$

che dipende dal dispositivo idraulico che si utilizza per regolare la portata in uscita. Nei casi in cui l'uscita dalla vasca avvenga attraverso manufatti fissi (luci a battente, stramazzi, ...) la portata dipende dal tempo attraverso il solo livello idrico nella vasca.

Le equazioni precedenti possono essere convenientemente combinate tra loro per giungere all'espressione implicita dell'incognita del livello idrico in vasca.

4.3.4 Portata in uscita costante

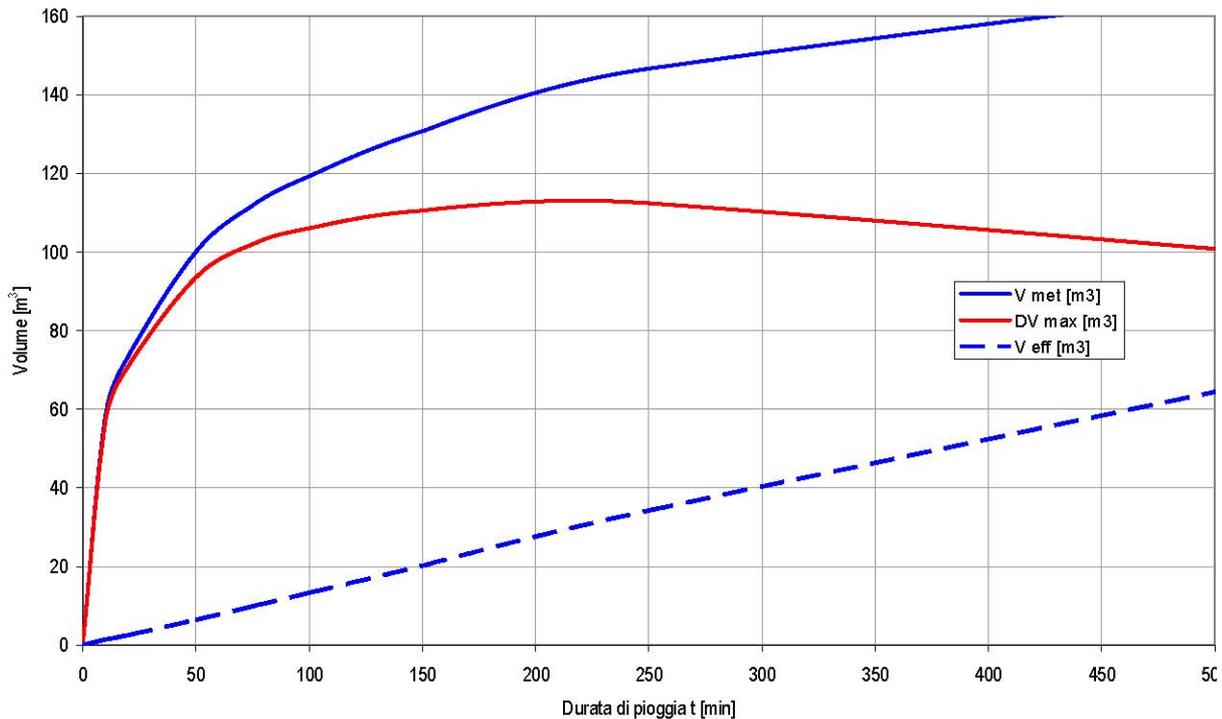
Il metodo delle sole piogge fornisce una valutazione del volume d'invaso della vasca sulla base della sola curva di possibilità pluviometrica e della portata in uscita costante:

$$V_a(t_p) = S \cdot at^n \text{ volume di afflusso meteorico}$$

$$V_e = Q(\text{cost}) \cdot t_p \text{ volume di efflusso.}$$

È appena il caso di precisare che la valutazione del massimo volume di invaso $\Delta V = V_a(t_p) - V_e(t_p)$ è ricercata al variare della durata di pioggia t_p dell'evento meteorico. Considerando pertanto varie ipotesi pluviometriche si individua l'evento meteorico che massimizza il volume di invaso.

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica



4.3.5 Portata in uscita variabile

Nei tratti stradali in rilevato lo smaltimento delle acque meteoriche è affrontato convogliando le acque di seconda pioggia ai fossi di guardia al piede del rilevato. Lo scarico al ricettore idrico è presieduto da un manufatto di regolazione composto da uno scarico di fondo e da una luce a stramazzo che limitano l'immissione a valori inferiori a 20 l/s ha.

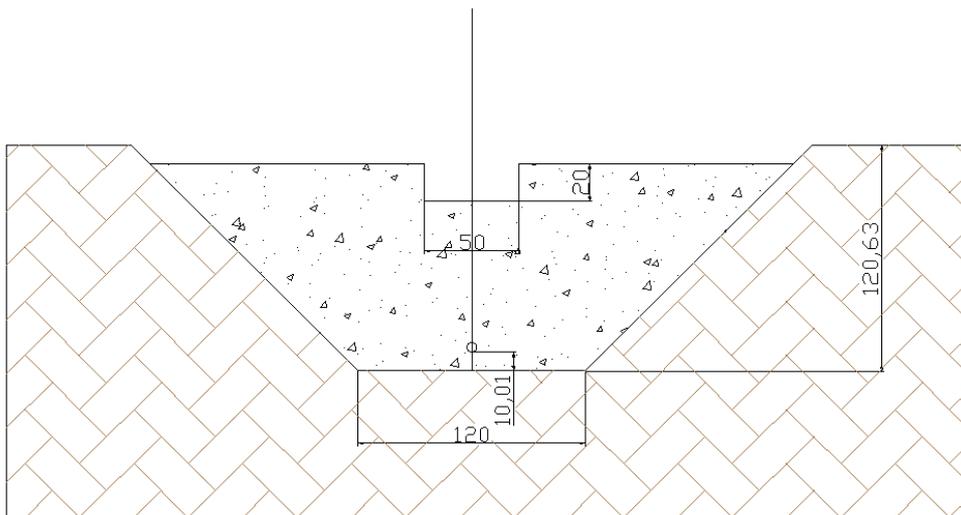


Figura 4-2: schema dello stramazzo terminale dei fossi di guardia con laminazione

Pertanto il volume del fosso di guardia deve essere dimensionato analogamente ad una vasca di laminazione con portata di efflusso variabile con il livello idraulico nel fosso:

$$Q_e(t) = Q_e(h(t))$$

Considerate le seguenti grandezze:

luce dello stramazzo superficiale: 0,5 m

diametro scarico di fondo: DN 50 mm

altezza asse scarico di fondo: 0,1 m

l'altezza dello scarico superficiale: 0,90 m

la legge di efflusso è:

$$0 < h < 0,1m \quad Q = 0$$

$$0,1m < h < 0,90m \quad Q = 0.58 \cdot \frac{\pi \cdot 0.05^2}{4} \cdot \sqrt{2g(h - 0.1)}$$

$$h > 0,90m \quad Q = 0.58 \cdot \frac{\pi \cdot 0.05^2}{4} \cdot \sqrt{2g(h - 0.1)} + 0.48 \cdot h^{\frac{3}{2}} \cdot 0.5 \cdot \sqrt{2g}$$

5. SISTEMA DI DISPERSIONE

Come accennato in premessa il sistema principe di smaltimento delle acque sarà del tipo a dispersione.

5.1 Dimensionamento del sistema di dispersione

In base allo studio geologico la permeabilità dei territori attraversati dell'infrastruttura varia, e nelle zone in cui è possibile effettuare uno smaltimento a dispersione la costante di permeabilità K può essere assunta variabile in un intorno di 10^{-4} m/s.

Le progressive dove questo assunto non è attuabile per la presenza di uno strato superficiale argilloso limoso sono le unità geologiche UI1a e UI1b a cui si rimanda per i dettagli (relazione geologica)

UI1a

Progressiva	Progressiva
3.345	9.049
37.955	38.255
38.460	39.031
41.001	41.618
52.689	52.973
56.854	57.221
57.891	58.228

UI1b

Progressiva	Progressiva
3.697	4.505
10.593	11.517
19.415	20.029
32.465	36.502

Tabella 5-1: zone a bassa permeabilità lungo il tracciato all'aperto della superstrada

In realtà tali formazioni sono rilevanti solo per lo smaltimento delle acque mediante infiltrazione dal fosso di guardia nei tratti in rilevato: nei tratti in trincea la cui profondità è di solito ampiamente superiore ai 6-8 m la parte impermeabile delle suddette formazioni viene completamente rimossa e tutto il tracciato si colloca in realtà su di un materasso altamente permeabile.

Nelle zone in rilevato che attraversano la formazione UI1a si ricorrerà a pozzi perdenti in grado di "bucare" la parte impermeabile andando quindi a scaricare in falda con capacità di fatto del tutto simili a quelle negli altri tratti di superstrada, mentre nei tratti di formazione

UI1b corrispondenti a complessivi 6.38 km si ricorrerà alla consegna in recettori superficiali laminando gli scarichi in modo opportuno.

Ulteriori zone in cui non è possibile disperdere sono quelle in cui il livello della falda è incompatibile, tali zone dedotte dal profilo geologico sono:

ZONE CON FALDA ELEVATA ED INTERFERENTE

Progressiva	Progressiva	SEZIONE
-4.500	-3.600	Trincea
2.600	3.000	Trincea
10.000	11.300	Trincea due tratti 300+550m

Tabella 5-2: zone a falda elevata

Il sistema di dispersione sarà composto dai seguenti elementi:

- trincee disperdenti posate ad una profondità maggiore del metro rispetto al piano di campagna di larghezza e altezza pari a 1 m, composte da uno strato di ghiaia 30-70 mm avvolto in un geotessuto con al loro interno una tubazione finestrata; da utilizzare nei tratti in trincea;
- pozzi perdenti di diametro interno pari a 1.50 e altezza variabile a seconda delle circostanze;
- fossi non impermeabilizzati dove è possibile ipotizzare che avvenga una dispersione nel sottosuolo; da utilizzare nei tratti in rilevato, integrati con pozzi perdenti per aumentarne la capacità di dispersione;
- bacino di fitodepurazione e laminazione non impermeabilizzati dove è possibile ipotizzare una dispersione nel sottosuolo (aree di rinaturalizzazione e aree di cava dismessa).

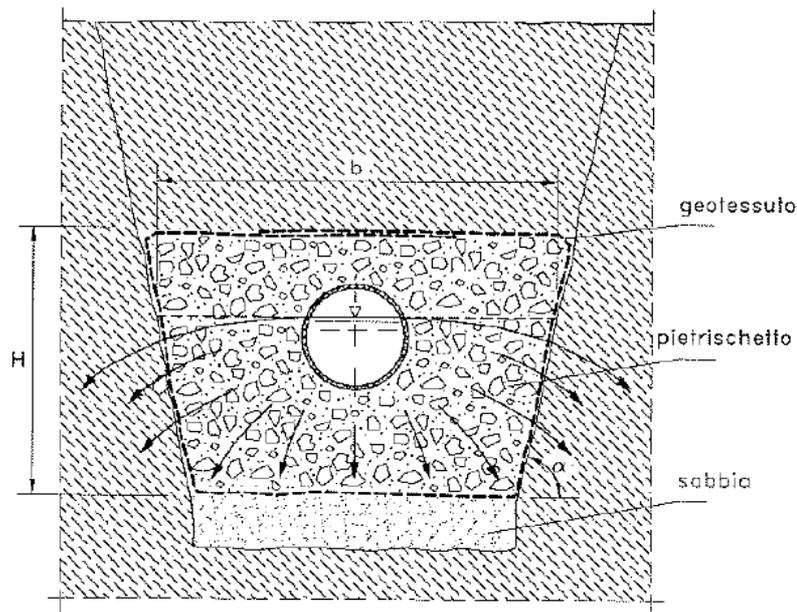
Fatta eccezione delle zone di rispetto dei pozzi esistenti destinati al consumo umano e alle zone di tutela assoluta delle aree di salvaguardia delle risorse idriche destinate al consumo umano, i sistemi di dispersione saranno utilizzati su tutto il tracciato nei tratti tra le progressive indicate in premessa.

Fattori limitanti per l'utilizzo di questi sistemi di dispersione, fondamentali per restituire alle falde quel contributo di acque piovane che altrimenti verrebbe sottratto dalla realizzazione dell'infrastruttura, sono livelli di falda già alti, terreni con scarsa permeabilità e i vincoli normativi illustrati in precedenza. Si rammenta infatti che il tracciato superstradale attraversa la zona di ricarica della falda più importante del Veneto (cfr. piano acque regionale).

Nei paragrafi successivi si andranno a descrivere le metodologie adottate nel dimensionamento del sistema di dispersione.

5.2 Infiltrazione da trincea disperdente

Il calcolo della portata dispersa da una trincea in un mezzo permeabile si effettuerà nell'ipotesi che la falda sia ad una profondità decisamente inferiore al fondo scavo, tale ipotesi è confermata anche dai livelli di falda misurati nelle prove effettuate nello studio geologico.



La portata dispersa si ricava con la formula del moto filtrante che utilizza uno schema del tipo riportato nell'immagine sovrastante:

$$Q = \left[\frac{b}{H} + 2 \right] \times H \times K$$

Le trincee disperdenti saranno posate ad una profondità di un metro rispetto al piano di campagna, avranno larghezza e altezza pari a 1 m, composte da uno strato di ghiaia avvolto in un geotessuto con al loro interno una tubazione finestrata.

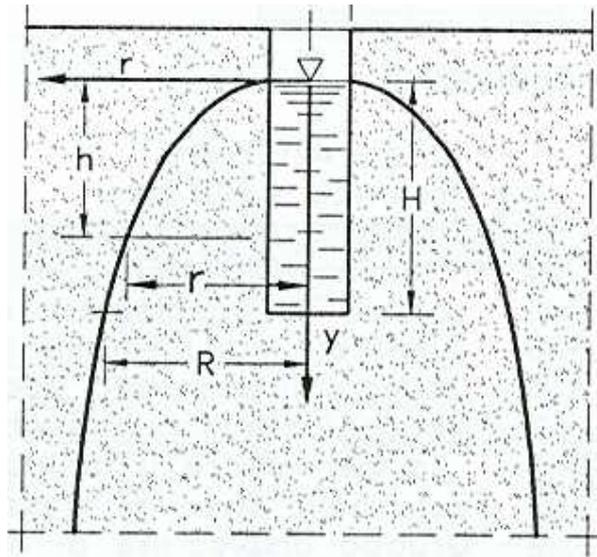
A tale sistema di dispersione si associa un'efficienza pari al 70% per tenere conto del suo funzionamento a lungo termine.

Introducendo i parametri indicati in precedenza ed in particolare una permeabilità media pari a $1 \cdot 10^{-4}$ m/s si ottiene che la predetta trincea è in grado di smaltire **0.21 l/s*m**.

5.3 Infiltrazione da pozzi

Il calcolo della portata dispersa da un pozzo in un mezzo permeabile può essere condotta in modo semplificato.

Si ipotizza che la falda si trova ad una profondità variabile da zona e zona, ma comunque tale da non influenzare il moto di filtrazione dal pozzo.



Per il calcolo della portata dispersa si possono effettuare le seguenti ipotesi:

- falda a profondità illimitata
- $H =$ variabile altezza d'acqua all'interno del pozzo
- $r_0 = 0.75$ m raggio del pozzo (anello prefabbricato da 1.5m)

la formula adottata è la seguente:

$$Ql = \frac{2 \cdot \pi \cdot K \cdot (H^2)}{\ln(R/r_0)}$$

dove:

- K coefficiente di filtrazione
- H altezza dell'acqua all'interno del pozzo (posta nel nostro caso pari a 2.5 m)
- r_0 raggio del pozzo

La formula fa riferimento allo schema di moto filtrante riportato nella figura in alto ed a essa si deve aggiungere la portata dispersa dal fondo del pozzo.

$$Qf = \pi \cdot K \cdot r_0^2$$

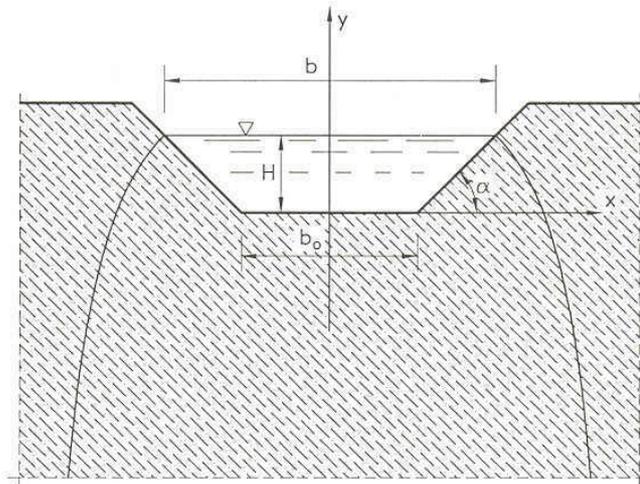
A tale sistema di dispersione si associa un'efficienza pari al 70% per tenere conto del suo funzionamento a lungo termine.

Introducendo i parametri indicati in precedenza ed in particolare una permeabilità media pari a $5 \cdot 10^{-4}$ m/s si ottiene che il singolo pozzo è in grado di smaltire:

- Pozzo alto 3 m :**12.4 l/s cadauno** .
- Pozzo alto 4 m :**20.9 l/s cadauno** .

5.4 Infiltrazione dal fosso

Si è previsto che una aliquota, seppur ridotta delle acque meteoriche se ne possa andare per dispersione nei fossi di guardia in erba. Si ipotizza che la falda sia a profondità indefinita. Lo schema di moto filtrante adottato in questo caso è riportato nell'immagine che segue:



$$q = (b/H + C) \cdot K \cdot H$$

Dove:

b_o è la larghezza del fondo

H è l'altezza utile

H_t è il livello idrico massimo che l'acqua può raggiungere all'interno del bacino (si considera un franco minimo di 0.30 m sull'altezza del fosso)

n è la pendenza delle scarpate

k è il coefficiente di filtrazione

A tale sistema di dispersione si associa un'efficienza pari al 50% per tenere conto del suo funzionamento a lungo termine.

Applicando i dati già utilizzati in precedenza ossia permeabilità di $1 \cdot 10^{-4}$ m/s si ottiene:

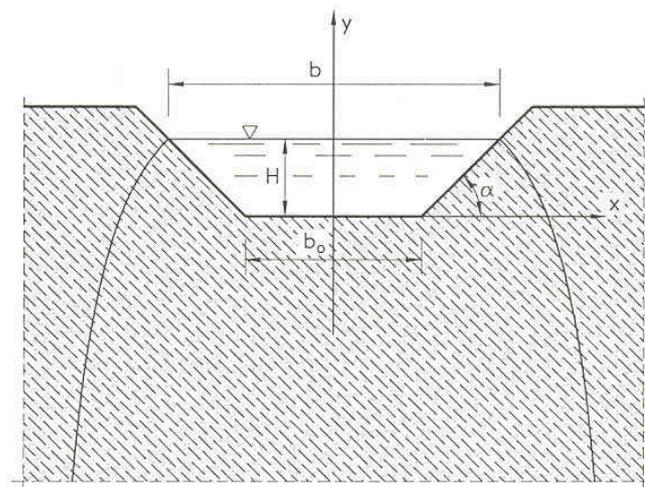
- Fosso largo sul fondo 0.5 m altezza 0.5 m: dispersione 0.15 l/s m;

- Fosso largo sul fondo 1.0 m altezza 1.0 m: dispersione 0.30 l/s m;
- Fosso largo sul fondo 1.2 m altezza 1.2 m: dispersione 0.40 l/s m;
- Fosso largo sul fondo 1.5 m altezza 1.5 m: dispersione 0.44 l/s m;
- Fosso largo sul fondo 2.0 m altezza 1.5 m: dispersione 0.48 l/s m;
- Fosso largo sul fondo 3.0 m altezza 1.5 m: dispersione 0.52 l/s m;

5.5 Infiltrazione da bacino

Oltre alla dispersione che si ottiene nei fossi vi può essere la necessità di realizzare un bacino di laminazione capace di disperdere nel sottosuolo parte dell'acqua caduta sulla piattaforma stradale al fine di limitare lo scarico nel recettore superficiale.

Si ipotizza che la falda sia a profondità indefinita. Lo schema di moto filtrante adottato in questo caso è riportato nell'immagine che segue (la formulazione è uguale a quella dei fossi):



$$q = (b/H + C) \cdot K \cdot H$$

Dove:

b_0 è la larghezza del fondo

H è l'altezza utile (con un franco di 0.30 sull'altezza massima)

H_t è il livello idrico massimo che l'acqua può raggiungere all'interno del bacino

n è la pendenza delle scarpate

k è il coefficiente di filtrazione

A tale sistema di dispersione si associa un'efficienza pari al 50% per tenere conto del suo funzionamento a lungo termine.

Applicando i dati già utilizzati in precedenza ossia permeabilità di $1 \cdot 10^{-4}$ m/s si ottiene:

- Bacino largo sul fondo 4.0 m altezza utile 1.0 m: dispersione 0.49 l/s m;
- Bacino largo sul fondo 6.0 m altezza utile 1.0 m: dispersione 0.60 l/s m;
- Bacino largo sul fondo 8.0 m altezza utile 1.0 m: dispersione 0.72 l/s m;
- Bacino largo sul fondo 10.0 m altezza utile 1.0 m: dispersione 0.83 l/s m;
- Bacino largo sul fondo 12.0 m altezza utile 1.0 m: dispersione 0.95 l/s m;

5.6 Protezione delle scarpate in trincea tramite diaframma plastico

In alcune zone attraversate dalla superstrada il rischio esondazione è molto elevato; le fonti principali per la definizione di tali zone sono due:

1. La zonazione del rischio nelle carte “Dei vincoli e delle Pianificazioni Territoriali” della Provincia di Vicenza e Treviso;
2. Lo studio modellistico svolto nel progetto preliminare posto a base di gara.

Dalle due fonti di informazione si possono dedurre sinteticamente i seguenti dati:

AREE A RISCHIO ESONDAZIONE CARTE PROVINCIALI

Progr. Inizio	Progr. Fine
7.200	12.200
22.000	23.100
31.200	37.100
49.100	53.000

AREE A RISCHIO ESONDAZIONE MODELLI SVILUPPATI NEL PRELIMINARE H<1m

Progr. Inizio	Progr. Fine
19.000	42.000
48.500	64.000

NOTA: da km 33-34 possibili esondazioni con $h > 2$ m

Tabella 5-3: zone a rischio esondazione lungo il tracciato della superstrada

Incrociando i dati delle trincee presenti in progetto con i dati delle precedenti tabelle si ottengono i tratti in trincea collocati nelle zone a rischio maggiore:

TRINCEA

Progr. Inizio	Progr. Fine	Lunghezza
-4.500	1.225	5.725
2.650	4.350	1.700
6.250	7.600	1.350
8.775	11.090	2.315
17.321	17.650	0.329
20.800	28.525	7.725
29.400	31.350	1.950
36.975	40.125	3.150

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

44.500	49.450	4.950
50.250	52.175	1.925
54.350	56.075	1.725
58.550	69.725	11.175
71.100	75.300	4.200
77.250	78.550	1.300
79.450	84.450	5.000
85.475	90.000	4.525
	Totale	59.044
	Totale	36.265

Tabella 5-4: trincee collocate nelle zone a maggior rischio idraulico lungo il tracciato della superstrada (evidenziate in colore)

Quindi su un totale di circa 60 km di trincea ben 36 sono collocati in aree a rischio.

Come si è accennato nella descrizione delle sezioni tipologiche le trincee sono SEMPRE protette al piano campagna con un argine alto 1 m per tutto il perimetro ma ad ulteriore protezione, nell'argine di monte a Nord, al fine di limitare il rischio di infiltrazione si prevede la realizzazione di un argine di profondità variabile dal piano campagna in materiale plastico (limi-argille).

Una verifica della situazione è stata svolta mediante un programma a moto permanente (con tutti i limiti del caso) nel quale è stata schematizzata la situazione più frequente che si incontra lungo il tracciato della superstrada riprodotta nella figura seguente:

- Terreno 1 è il dreno a piede trincea;
- Terreno 2 è lo strato superficiale di campagna dello spessore di 1-2 m che è meno permeabile del terreno sottostante;
- Terreno 3 è il rilevato arginale;
- Terreno 4 è il diaframma plastico con permeabilità di progetto $1 \cdot 10^{-7}$ m/s (limo);
- Terreno 5 è il terreno in posto sotto i primi 2 m (ghiaioso);
- Lato campagna si dispone il livello dell'acqua 0.50 m sopra il p.c.;
- Al contorno (al limite sud) si è imposto una quota di falda a -20 m dal p.c..

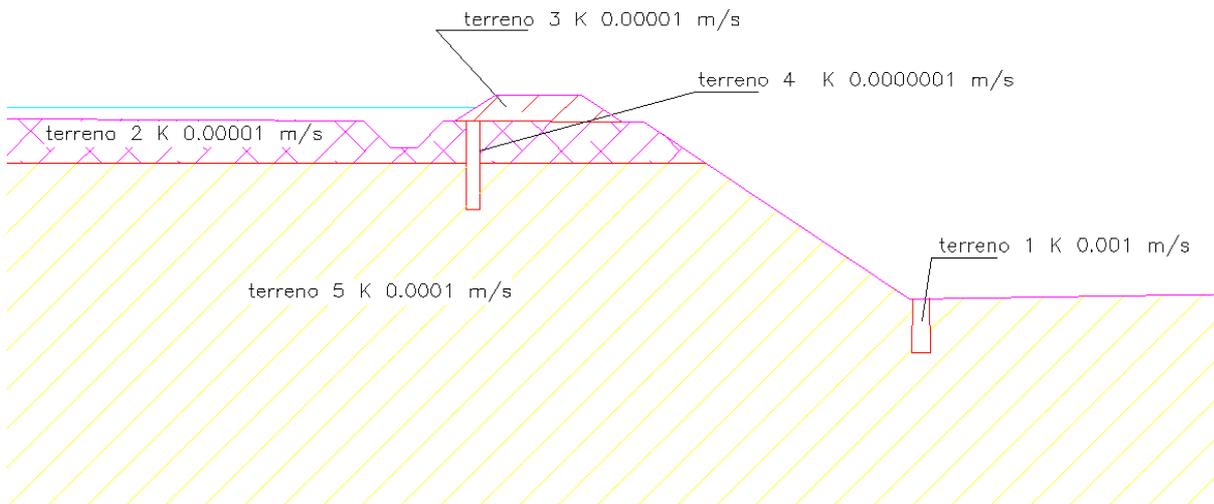


Figura 5-1 : schema di verifica alla filtrazione del rilevato a protezione delle trincee

In queste condizioni, a moto permanente, tutto il terreno sotto il p.c. a monte si satura e l'effetto del diaframma plastico è quello di ridurre la zona satura lungo la scarpata limitando di molto la fonte sospesa e preservando di fatto la stabilità della stessa contenendo la portata filtrata.

Il risultato della simulazione è visibile nella figura seguente, in essa si evidenzia l'effetto del diaframma che sposta in basso la linea di saturazione allontanandola sensibilmente dalla linea di scavo.

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

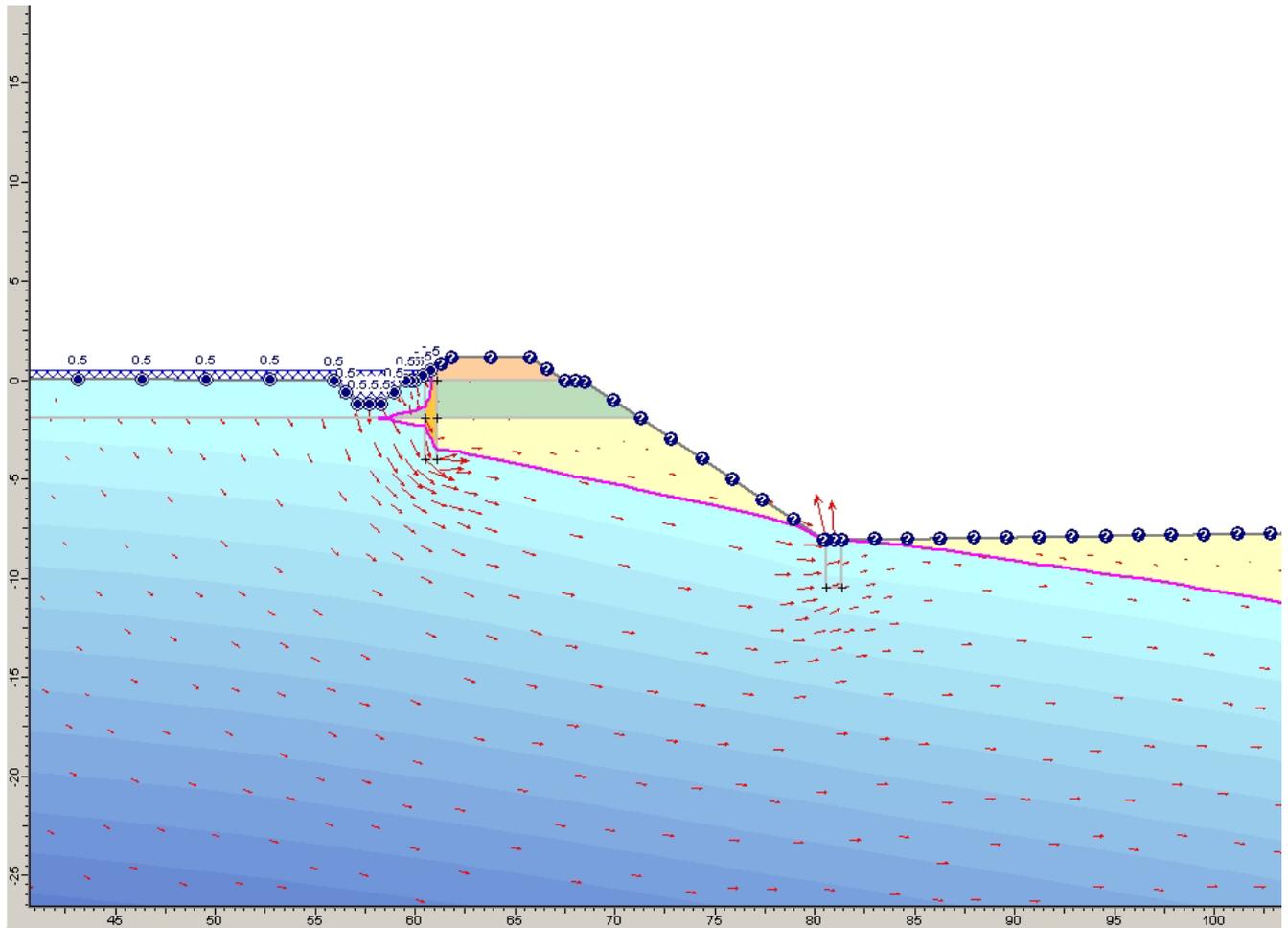


Figura 5-2 risultato della verifica alla filtrazione del rilevato a protezione delle trincee con diaframma plastico.

6. CICLO DI TRATTAMENTO

Come specificato nello schema operativo del progetto definitivo i trattamenti delle acque meteoriche sono previsti lungo tutto il tracciato della superstrada e nelle aree di sosta e in corrispondenza delle gallerie, il sistema immagazzina nei pozzetti separatori la prima pioggia ma funziona in continuo e quindi è in grado di trattare un'intensità di pioggia pari a 13 mm/h corrispondenti a 312 mm giorno. Questa intensità di pioggia seppur modesta rapportata agli eventi estremi (registrati specie negli ultimi tempi) fa sì che anche una parte seppur modesta della seconda pioggia entra nel "ciclo di trattamento". Alla luce di recenti studi sulle caratteristiche delle acque di dilavamento stradale è emerso in particolare il "Rapporto sulle caratteristiche qualitative delle acque meteoriche di dilavamento recapitanti nella Laguna di Venezia" redatto nel febbraio 2010 dal Magistrato delle Acque di Venezia, da cui si evince che gli elementi inquinanti dilavati delle strade a seguito di eventi eccezionali determinano una sostanziale riduzione della differenza tra carico inquinante tra le acque di prima e seconda pioggia.



Figura 6-1: Immagine dell'esondazione in Veneto dell'ottobre 2010

In quest'ottica, come detto, sarebbe auspicabile portare agli impianti di trattamento una quantità di acqua pari a 3 l/s per ogni pozzetto presente sul tratto di carreggiata afferente all'impianto stesso, incrementando l'intensità di pioggia trattata a 38 mm/h ovvero coprire la seconda pioggia fino ad eventi con tempo di ritorno di 2 anni. Di conseguenza le taglie scelte per i vari impianti aumentano fino a massimo 150 l/s.

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

Ulteriore aspetto positivo di questo potenziamento risiede nell'aumentata capacità del sistema di intercettare gli eventuali sversamenti accidentali che dovessero verificarsi in concomitanza ad eventi piovosi; in tal caso si incrementa la probabilità di intercettazione e quindi l'efficacia del sistema con il completo avviamento alle vasche di onda nera sempre presenti in corrispondenza degli impianti di trattamento.

L'impianto tipo prevede di far fronte in tali aree anche allo sversamento accidentale.

Lo schema è riportato nella figura seguente:

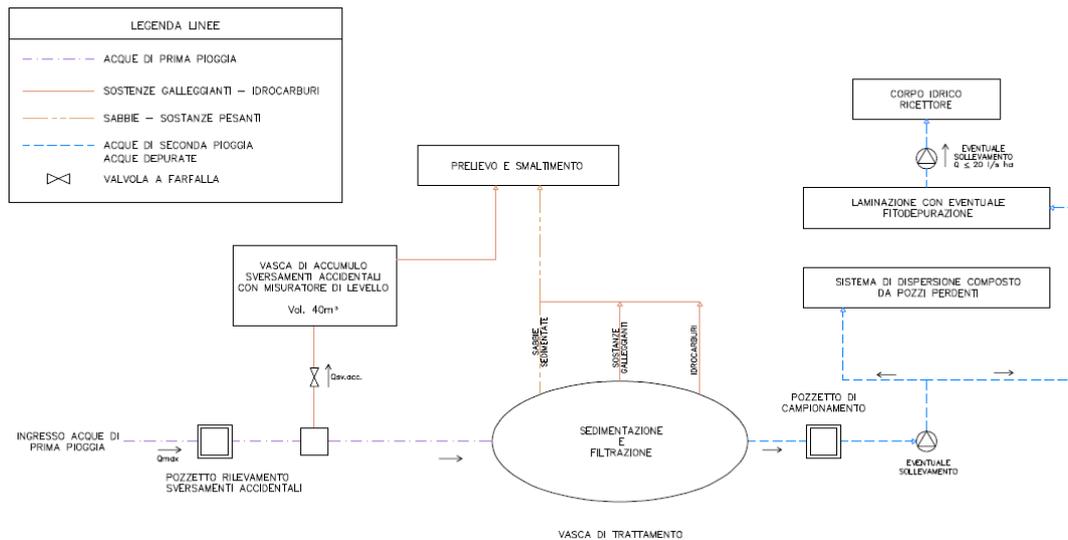


Figura 6-2: schema smaltimento acque di prima pioggia

Si descrivono di seguito gli elementi principali dell'impianto che verrà collocato nelle piazzole di sosta lungo il tracciato.

6.1 Rete di prima pioggia

Come già specificato in precedenza lungo tutto il tracciato della strada ad esclusione dei ponti e viadotti la prima pioggia è collettata separatamente da pozzetti sifonati collegati con una tubazione del diametro di 315 mm in grado di raccogliere per pura capacità d'invaso la prima pioggia caduta sulla sede stradale.

Infatti se si considera che la carreggiata:

- Larghezza media carreggiata 12.25 m;
- Interasse tra le caditoie 25.0 m;
- Volume di prima pioggia (5 mm) 1.53 m³;
- Volume utile del pozzetto 1.44 m³;
- Volume acqua scaricata in fase di riempimento 0.09 m³;

Lo schema di funzionamento è abbastanza semplice:

1. Inizia l'evento piovoso;
2. I primi 5 mm entrano in rete di prima pioggia e innescano il sistema;
3. La capacità di scarico nel sistema trattamento prima pioggia del sistema è costante ed è la bocca tarata da 1 l/s che scarica nella tubazione passante da 315 mm in PVC;
4. Il sistema smaltisce i primi 5 mm e rigurgita la seconda pioggia a valle del pozzetto (nella canaletta embrice in rilevato o nella tubazione disperdente in trincea);
5. Qualora al pozzetto tele-controllato di testa arrivi segnalazione di sversamento accidentale tramite le sonde ivi collocate il flusso viene deviato nella vasca sversamenti accidentali.

Il sistema sarà cablato tramite spillamenti dalle fibre ottiche di carreggiata e il sistema tele-controllato dalla centrale operativa insieme a tutte le informazioni utili per valutare l'efficienza del sistema e la necessità di interventi e manutenzioni e/o svuotamenti e pulizie.

6.2 Pozzetto scolmatore (opzionale nei tratti in cui la raccolta non è separata – ponti e viadotti)

Questo pozzetto sarà collocato al termine dei tratti in cui è necessario raccogliere tutta la precipitazione (ponti, viadotti, passaggi corti in galleria e brevi tratti in contropendenza), in quanto non è possibile separare le acque di prima e seconda pioggia tramite il pozzetto descritto ai paragrafi 3.1.1.1 e 3.1.3.1.

Viabilità in trincea

A differenza dei pozzetti classici questi avranno uno sfioratore di lunghezza, variabile da caso a caso, tale da permettere lo sfioro di tutta la portata eccedente la prima pioggia che invece viene accumulata nel volume del pozzetto per essere convogliata nella tubazione in PVC DN315 descritta in precedenza tramite il foro sulla braga DN110.

La lunghezza dello sfioratore sarà dimensionata invertendo la seguente formula:

$$Q = 0.42 \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2g \cdot h}$$

Dove:

L lunghezza della sfioratore m;

h tirante sullo sfioratore m;

Q portata di seconda pioggia mc/s;

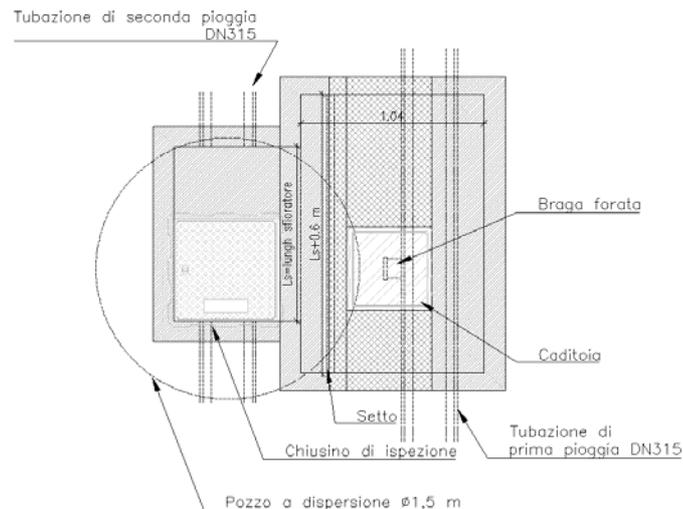


Figura 6-3 Pozzetto sfioratore nel caso di viabilità in trincea

Viabilità in rilevato

Nel caso di viabilità in rilevato non è possibile posare pozzetti molto lunghi come nel caso precedente, in quanto interferirebbero con le barriere protettive. Per questa ragione la separazione tra prima e seconda pioggia avviene tramite la posa in sequenza di pozzetti uguali a quelli descritti al Paragrafo 3.1.1.1 e collegati tra loro da una tubazione. Lo spazio tra un pozzetto e l'altro sarà tale da poter ingaggiare i guard-rail e il loro numero sarà variabile da caso in caso.

L'allontanamento della seconda pioggia avviene tramite la tubazione DN160 che riesce ad allontanare una portata di circa 65 l/s considerando una sezione ridotta del 20% per tener conto di eventuali ostruzioni. La prima pioggia invece viene convogliata nella tubazione di DN315 tramite il solito foro applicato alla braga forata posta nell'ultimo pozzetto della batteria.

Il foro della braga deve essere opportunamente dimensionato per garantire il passaggio delle sole acque di piattaforma, al fine di evitare condizioni di rigurgito all'interno della tubazione delle acque di prima pioggia. Nella Tabella 6-1 sono riportati per diverse portate di prima pioggia i diametri dei fori da applicare alla braga per il pozzetto in rilevato e per quello in trincea considerato il carico idrico massimo possibile sulla braga stessa secondo la formula seguente e già spiegata al paragrafo 3.1.1.1.

$$Q = 0.6 \cdot S \cdot \sqrt{2g \cdot h}$$

Vista la differenza minima nel diametro del foro nei due casi si realizzeranno fori con le dimensioni del caso in rilevato che comunque sono cautelative anche per il caso in trincea.

È evidente che per portate di prima pioggia superiori a 18 l/s la braga forata DN110 sarà sostituita da una di maggior diametro.

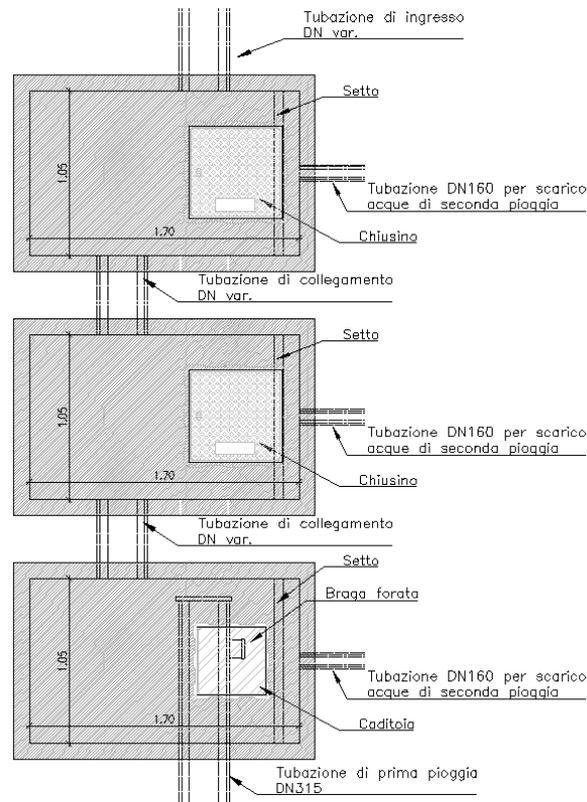


Figura 6-4 Pozzetto sfioratore nel caso di viabilità in rilevato

Q l/s	Diam foro trincea m	Diam foro rielvato m
3	0.037	0.040
6	0.052	0.057
9	0.063	0.069
12	0.073	0.080
15	0.082	0.090
18	0.090	0.098
21	0.097	0.106
23	0.101	0.111
27	0.110	0.120
30	0.116	0.127

Tabella 6-1: Diametro del foro applicato alla braga per l'allontanamento delle acque di prima pioggia nei pozzetti scolmatori.

6.3 Impianto per trattamento acque provenienti dalla sede stradale

Gli impianti di trattamento lungo tutta la SPV prevedono l'installazione della tecnologia Stormfilter (Paragrafo 6.3.1) che si basa su meccanismi di sedimentazione e filtrazione dimensionati in modo tale da garantire i requisiti allo scarico imposti dal Piano Tutela delle

Acque. La tecnologia prevista infatti risponde al combinato disposto di cui al comma 9 dell'Articolo 39 Allegato D alla DGR N. 842 del 15 Maggio 2012 - Piano di Tutela delle Acque Art. 121, Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n. 152, "Norme in materia ambientale" - Norme Tecniche di Attuazione, Allegato A3 alla Deliberazione del Consiglio Regionale n. 107 del 5/11/2009, comma 5 dell'Articolo 39 Allegato D alla DGR N. 842 del 15 Maggio 2012 - Piano di Tutela delle Acque Art. 121, Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n. 152, "Norme in materia ambientale" - Norme Tecniche di Attuazione, Allegato A3 alla Deliberazione del Consiglio Regionale n. 107 del 5/11/2009 e comma 3 dell'Articolo 39 Allegato D alla DGR N. 842 del 15 Maggio 2012 - Piano di Tutela delle Acque Art. 121, Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n. 152, "Norme in materia ambientale" - Norme Tecniche di Attuazione, Allegato A3 alla Deliberazione del Consiglio Regionale n. 107 del 5/11/2009.

Il sistema di filtrazione in continuo infatti ottempera a quanto richiesto dal Piano di tutela delle Acque della Regione Veneto, garantendo attraverso la filtrazione un'efficienza ambientale elevata che ricomprende anche i processi di sedimentazione e di disoleazione individuati dalla norma come trattamenti minimi da adottare.

Il Comma 9 dell'Articolo 39 Allegato D alla DGR N. 842 del 15 Maggio 2012 prevede infatti che le acque di prima pioggia delle grandi infrastrutture di trasporto siano almeno convogliate in bacini di raccolta e trattamento a tenuta in grado di effettuare una sedimentazione e, se necessario, subiscano anche un trattamento di disoleatura mentre, qualora si preveda il recapito negli strati superficiali del sottosuolo il Comma 5 dell'Articolo 39 Allegato D alla DGR N. 842 del 15 Maggio 2012 sancisce che le acque meteoriche di dilavamento devono subire almeno un idoneo trattamento in continuo di sedimentazione e, se del caso, di disoleazione. Al comma 3 dell'Articolo 39 Allegato D alla DGR N. 842 del 15 Maggio 2012 viene definito che lo stoccaggio delle acque di prima pioggia in un bacino a tenuta può non essere necessario in caso di trattamento in continuo delle acque di pioggia che garantisca almeno analoghi risultati rispetto al trattamento discontinuo.

La sedimentazione prevede la rimozione della componente solida di dimensione superiore ai 70 micron e la disoleazione prevede un contenuto di idrocarburi allo scarico inferiore ai 5 mg/l che sono garantiti dalla filtrazione in continuo, la quale grazie alle elevate performance di rimozione delle sostanze inquinanti trasportate dalle acque meteoriche di dilavamento stradale garantisce la rimozione anche della frazione solida di dimensioni inferiori ai 70 µm e della componente disciolta tra cui metalli e microinquinanti.

Attraverso il processo di filtrazione è possibile infatti anche garantire la rimozione delle sostanze inquinanti ricomprese tra quelle definite prioritarie, per la loro persistenza, tossicità

e per il rischio di bioaccumulo nell'ambiente (sostanze PBT), dalla Direttiva Acque 2000/60 e dalla Direttiva 2008/105/CE, del 16 dicembre 2008.

Di seguito si descrivono i due processi fondamentali previsti dalla tecnologia proposta:

- **Sedimentazione:** è uno dei principali meccanismi di rimozione, tra gli altri, dei metalli legati alla frazione particolata. L'efficacia di questo processo per rimozione dei metalli è funzione dell'associazione del metallo stesso a particelle di dimensioni e densità diverse nella distribuzione globale all'interno della soluzione.
- **Filtrazione:** è di tipo inerte, includendo processi di filtrazione fisica, ma non chimica e/o biologica quale: il complessamento, la precipitazione, l'assorbimento biologico, e altri processi che possono ritrovarsi nel media filtrante.

L'assorbimento, che è un meccanismo caratteristico di questo processo, comprende l'adsorbimento e assorbimento. Di questi, l'adsorbimento- il vincolamento di specie acquose alla superficie delle particelle- è, tra le BMP (best management practices) il meccanismo di rimozione più importante dei metalli presenti nelle acque meteoriche. L'adsorbimento stesso è un termine generale che comprende i processi comunemente riferiti all'adsorbimento fisico, allo scambio ionico, alla complessazione superficiale e ad alcuni tipi di precipitazione. I processi di assorbimento sono estremamente complessi e sono influenzati da una varietà di fattori che includono il pH, la materia organica disciolta, la concentrazione di carbonati, i costituenti che competono per i siti di adsorbimento (per esempio magnesio, calcio, fosforo, etc), la presenza di altri metalli idrati assorbiti, e altri fattori.

6.3.1 Funzionamento sistema di filtrazione Stormfilter™

Lo "Stormfilter™" è una tecnologia prodotta dall'azienda statunitense Contech Stormwater Solutions; ed è stata validata dall'Environmental Protection Agency degli Stati Uniti tra le Best Management Technology (BMP) in materia di acque di pioggia con migliaia di applicazioni negli Stati Uniti, Nuova Zelanda ed Australia.

Esempi di applicazioni in Italia in ambito autostradale sono: il Passante di Mestre, l'Autostrada Cremona - Brescia e la Tangenziale di Jesolo. Ma è stato utilizzato anche per il trattamento delle acque meteoriche che insistono su grandi infrastrutture civili, quali, ad esempio, i porti di Venezia, Salerno e Marina di Carrara e gli aeroporti di Venezia e di Treviso, oltre a numerosi siti industriali.

Questa è una tecnologia di semplice concezione, facile da installare e da manutentore, poichè è basata su un sistema di filtrazione passiva, che attraverso una cartuccia a

riempimento consente di trattare in linea l'intera portata afferente a gravità non comportando l'utilizzo di reagenti o flocculanti e di sistemi elettromeccanici di sollevamento.

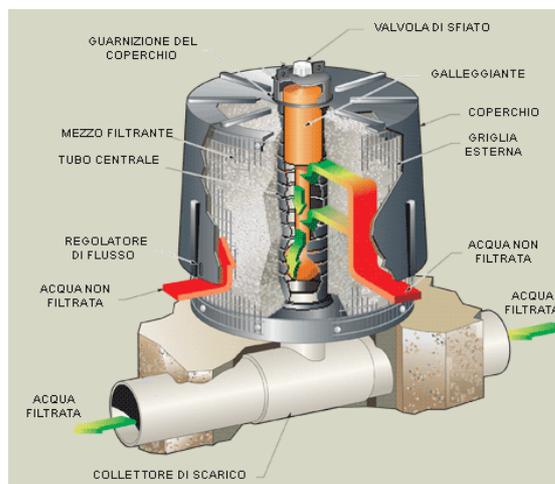


Figura 6-5 Schema di funzionamento dello Stormfilter

Il funzionamento dello “Stormfilter™” prevede che durante l'evento piovoso, l'acqua meteorica venga convogliata alla vasca in cui è alloggiato l'impianto.

L'acqua al crescere del suo livello nella vasca di contenimento viene flussata radialmente attraverso il mezzo filtrante inserito nella cartuccia, per poi essere scaricata attraverso il tubo centrale. L'attraversamento radiale del pacco filtrante blocca le particelle che sono sfuggite alla decantazione e le altre sostanze inquinanti disciolte che vengono trattenute nei micropori del materiale filtrante. L'aria presente nella cartuccia viene espulsa attraverso una valvola appositamente collocata sulla parte superiore del rivestimento esterno della cartuccia stessa. Quando si raggiunge un'altezza di circa 70 cm di acqua nel tubo centrale, il galleggiante si solleva e permette all'acqua trattata di fluire e di venire scaricata nuovamente all'interno del pluviale. Una volta che l'acqua comincia a defluire, l'aria rientra nella cartuccia, la valvola si chiude e si crea un effetto sifone che dura fino a quando il livello dell'acqua diminuisce e raggiunge i regolatori di sfiato. Cessato l'effetto sifone, entra dell'aria nell'intercapedine che c'è tra la cartuccia e il suo rivestimento esterno, creando un moto turbolento interno che fa ricadere i sedimenti accumulati sul fondo dell'alloggiamento. Questo fenomeno consente un'autopulizia al termine di ogni evento piovoso e evita la formazione di percorsi privilegiati del pacco filtrante, permettendo di conservare una certa efficienza di filtrazione, di prolungare la durata e il rendimento del sistema.

In Tabella 6-2 sono riportate le dimensioni delle cartucce.

Altezza cm	Diametro cm	Peso (cartuccia e media filtrante) kg
75	55	35

Tabella 6-2 Dimensioni dello Stormfilter

Dal punto di vista idraulico ogni filtro ha una capacità di trattamento costante pari a 2 l/s.

Il mezzo filtrante utilizzato è un mix di perlite, zeolite e carbone attivo, in modo da sfruttare le diverse peculiarità ed efficienze di detti materiali:

1. *Carbone Attivo Granulare (GAC)*: indicato per la rimozione di oli e grassi, metalli complessi, contaminanti organici antropogenici.



Figura 6-6 Campione di carbone attivo granulare

L'assorbimento di composti organici può avvenire grazie alla grande quantità di carbonio presente ed alla natura porosa che mette a disposizione una elevata superficie interna;

CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DEL GAC	
Parametro	Valore
Aspetto	Solido gradulare
Odore	Non percepibile
Densità a caduta libera	200 Kg/m ³
Densità compattata	600 Kg/ m ³
Colore	Nero
Reazione al fuoco	> 350 °C
Solubilità	Insolubile
Punto di fusione	Non valutabile
Ph	6,8 -7,2

Tabella 6-3 Caratteristiche chimico-fisiche del carbone attivo granulare

2. *Zeolite*: in grado di rimuovere metalli solubili ed ammoniaca. La zeolite ha una struttura cristallina con unità di base tetraedriche disposte nelle tre direzioni dello spazio.

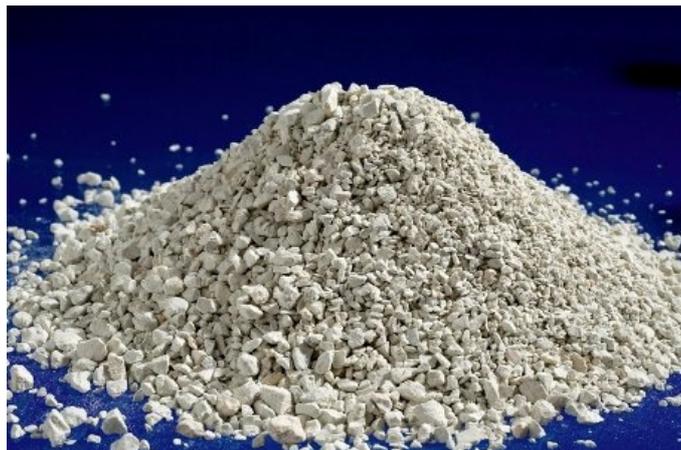


Figura 6-7 Campione di zeolite

Le microcavità sono occupate da ioni e/o da molecole di acqua; grazie all'elevata superficie interna, i cristalli hanno quindi una grande capacità di scambio ionico e molecolare attraverso meccanismi di ad-sorbimento e di de-sorbimento. La zeolite utilizza reazioni di scambio cationico per rimuovere altri cationi come zinco, rame, piombo e ammoniaca dall'acqua. Durante tale reazione, i cationi metallici "leggeri" vengono sostituiti da quelli "più pesanti".

CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELLA ZEOLITE	
Parametro	Valore
Aspetto	Solido Granulare
Odore	Non percepibile
Densità a caduta libera	700 Kg/m ³
Densità compattata	900 Kg/ m ³
Colore	Leggermente giallognolo o grigio
Reazione al fuoco	Non Combustibile
Solubilità	Insolubile
Punto di fusione	1200°C
Ph	6,8 -7,2

Tabella 6-4 Caratteristiche chimico-fisiche della zeolite

COMPOSIZIONE CHIMICA MATERIA PRIMA		
Composto	Formula chimica	Valore %
Silice	SiO ₂	52
Ossido di alluminio	Al ₂ O ₃	17
Ossido di titanio	TiO ₂	0.5
Ossido di ferro	Fe ₂ O ₂	3.6
Ortofosfato	PO ₄ ³⁻	0.3

Ossido di manganese	MnO ₂	0.2
Ossido di magnesio	MgO	2.0
Ossido di calcio	CaO	5.7
Ossido di sodio	Na ₂ O	0.6
Ossido di potassio	K ₂ O	6.1
Acqua	H ₂ O	12

Tabella 6-5 Composizione chimica materia prima della zeolite

3. *Perlite*: è una cenere naturale vulcanica, di composizione simile al vetro e in apparenza anche alla pomice. Ha una struttura ruvida, densità molto bassa, alta superficie (specifica), ed è chimicamente stabile, il che la rende un eccellente mezzo fisico filtrante.



Figura 6-8 Campione di perlite

Negli impianti di filtrazione si è dimostrata particolarmente indicata nella rimozione di materiali sedimentabili, oli e grassi, grazie soprattutto alla sua natura pluricellulare. La sua struttura ruvida espansa crea un letto di materiale altamente poroso che le permette – rispetto ad altri mezzi filtranti -di avere la più alta capacità di immagazzinare i materiali sedimentabili, gli oli e i grassi. Inoltre si è dimostrata efficace anche nella rimozione dei “nutrienti non disciolti Totali”, che si trovano in abbinata alle foglie e agli altri solidi organici che essa blocca. La bassa densità la rende facile da maneggiare e meno costosa da trasportare, mentre la sua compressibilità permette al materiale di essere compattato prima dello stoccaggio, riducendo così sia il volume dei residui che i costi di stoccaggio.

CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELLA PERLITE	
Parametro	Valore
Aspetto	Solido Granulare

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

Granulometria	2 -5 mm Nominali
Densità a caduta libera	100 Kg/m ³
Densità compattata	120 Kg/ m ³
Colore	Bianco
Conducibilità termica	0.048 W/mK
Reazione al fuoco	Non Combustibile
Calore specifico	837 J/Kg°K
Punto di fusione	1200°C
Ph	6,5 -7,5

Tabella 6-6 Caratteristiche chimico-fisiche della perlite

COMPOSIZIONE CHIMICA MATERIA PRIMA		
Composto	Formula chimica	Valore %
Silice	SiO ₂	74 – 78 %
ossido di alluminio	Al ₂ O ₃	11 – 14 %
Ossido di ferro	Fe ₂ O ₂	0.5 – 1.5 %
Ossido di sodio	Na ₂ O	3 – 6 %
Ossido di potassio	K ₂ O	2 – 4 %
Ossido di calcio	CaO	1 – 2 %
Ossido di magnesio	MgO	0 – 0.5 %

Tabella 6-7 Composizione chimica materia prima della perlite

In Tabella 6-8 si riportano i dati di efficienza di rimozione degli impianti Stormfilter

Parametri	Efficienza del Stormfilter™ (%)
Solidi sospesi	96%
Bod	70%
Cod	57%
As	70%
Cd	70%
Cr	70%
Fe	85%
Mg	75%
Ni	70%
Pb	75%
Cu	75%
Zn	70%
Fosforo totale	60%
Azoto tot	40%
Azoto ammoniacale	40%
Grassi e oli	80%
Idrocarburi tot	80%
Solventi organici aromatici	70%
Pesticidi tot	70%

Tabella 6-8 Efficienze di rimozione degli impianti Stormfilter™

6.4 Descrizione degli impianti di trattamento

Gli impianti di trattamento e di conseguenza il numero di filtri sono dimensionati per una portata variabile a seconda dell'estensione della superficie di carreggiata afferente all'impianto stesso, che a sua volta è determinata in funzione come già detto dell'andamento plani-altimetrico del tracciato. Le prestazioni dell'impianto previste sono: 20, 30 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150 l/s.

In Figura 6-9 è riportato dell'impianto di trattamento.

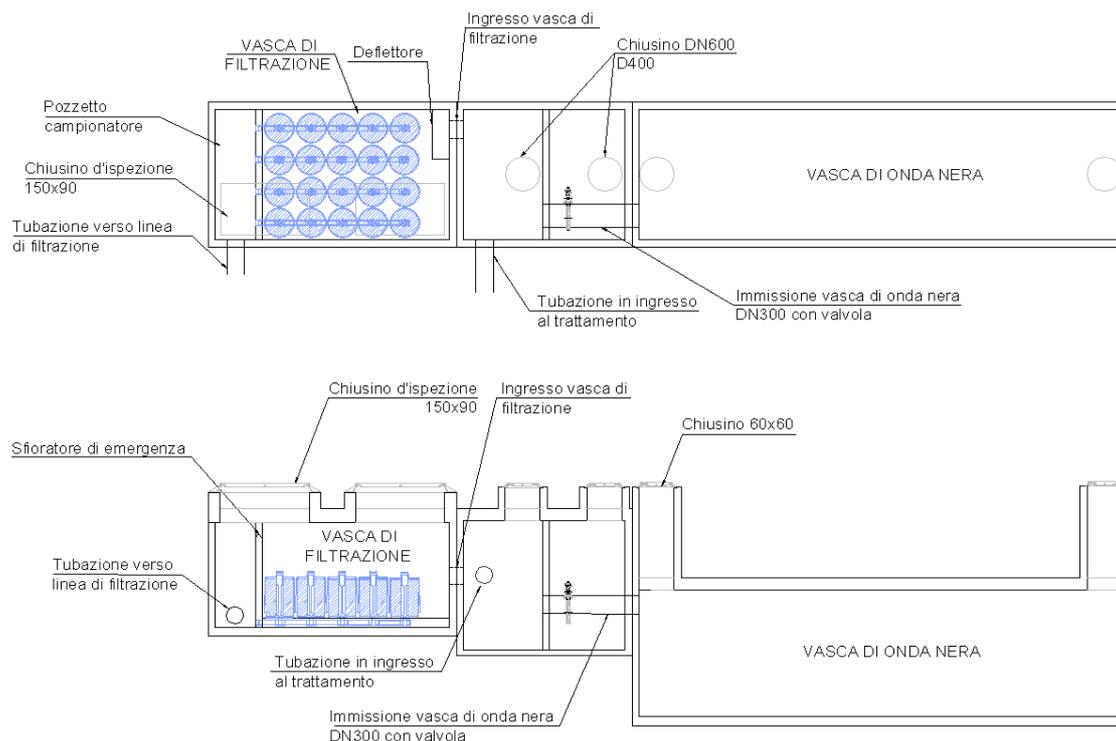


Figura 6-9: Schema dell'impianto di trattamento in linea

6.4.1 Vasca di filtrazione

Le vasche dove alloggiavano i filtri sono prefabbricate di forma parallelepipedica, monoblocco, realizzate in calcestruzzo armato ad alta resistenza, carrabile per mezzi pesanti, e deflettore in ingresso. L'accesso è garantito da almeno due chiusini in ghisa in classe D400. Sono divise in due settori: il primo, di dimensioni decisamente maggiori, contiene i filtri, mentre quello più a valle funge da pozzetto campionatore del refluo e comprende anche la tubazione di scarico dell'impianto. I due compartimenti sono messi in comunicazione oltre che dalle tubazione di scarico delle cartucce filtranti, anche da uno sfioratore di emergenza che si attiva qualora tutte le cartucce siano intasate o presentino un malfunzionamento, evitando così fenomeni di rigurgito e preservando la sicurezza stradale.

6.4.2 Vasca multifunzione prefabbricata

Questo manufatto in calcestruzzo prefabbricato si trova tra la vasca di filtrazione e quella di onda nera ed è installato per rilevare uno sversamento ed indirizzarlo verso la vasca d'onda nera. È diviso in due settori:

Pozzetto ripartitore con sonde multiparametriche: sono installate le sonde multiparametriche, dotate di apposita vaschetta auto svuotante per il corretto mantenimento degli elettrodi. In questa sezione sono presenti gli imbocchi della tubazione che convoglia l'acqua alla filtrazione e alla vasca di onda nera, qualora si rilevasse lo sversamento;

Locale gestione valvola di onda nera: questo vano è costituito da sezioni appositamente predisposte per l'installazione del sistema di gestione delle emergenze, contiene la tubazione degli sversamenti accidentali presidiati da una valvola a farfalla a funzionamento pneumatico attivato mediante una bombola di azoto. L'alimentazione per tale dispositivo è fornito da un pannello fotovoltaico qual'ora non sia già prevista la linea elettrica.

6.4.3 Sistema di monitoraggio

Il sistema di monitoraggio, oltre a tutta la componentistica elettrica, si avvale dei seguenti strumenti:

- Sonda per la conducibilità;
- Misuratore pH / Redox;
- Flussostato per la rilevazione della presenza di un liquido;
- Sensore di pioggia: sonda esterna riscaldata internamente in grado di rilevare la caduta di pioggia.

6.4.4 Vasca di accumulo degli sversamenti accidentali

La vasca di accumulo degli sversamenti accidentali è realizzata in calcestruzzo precompresso monoblocco. Deve essere mantenuta vuota durante il funzionamento normale dell'impianto e si potrà riempire solo durante il funzionamento anomalo.

Al verificarsi di uno sversamento accidentale entra in funzione la valvola a farfalla che, aprendosi, permetterà che lo sversamento sia convogliato all'interno della stessa.

6.5 Funzionamento sistemi di trattamento nel caso di sversamenti accidentali

6.5.1 Condizione di normale funzionamento

Per "Normale Funzionamento" si intende la condizione in cui il sensore di pioggia non rileva precipitazioni meteoriche e non vi è nessun tipo di sversamento accidentale sulla tratta in itinere.

Tale condizione prevede che la valvola d'intercettazione a farfalla posta tra il pozzetto deviatore e la vasca di onda nera sia chiusa.

Il PLC segnalerà al Centro Operativo di Controllo gli stati della valvola, dei galleggianti e dei sensori di controllo.

6.5.2 Sversamento accidentale senza precipitazioni piovose

In questa situazione il sensore di pioggia non rileva precipitazioni piovose, mentre il flussostato (dedicato agli sversamenti) comunica al computer la presenza di un liquido. Il PLC, successivamente, farà aprire la valvola d'intercettazione a farfalla posta tra il pozzetto deviatore e la vasca di onda nera.

Contemporaneamente al Centro Operativo di Controllo comparirà a video lo stato dell'emergenza con i relativi messaggi di stato del sistema/sistemi in allarme.

Tale situazione contempla l'intercettazione di qualsiasi tipo di sversamento accidentale, poiché il flussostato invia segnale, ma il sensore di pioggia non rileva una precipitazione piovosa.

In questo caso il PLC elaborando i dati in arrivo (niente pioggia – attivazione flussostato) esegue le operazioni sopra descritte, convogliando il liquido in arrivo nel pozzetto alla vasca di onda nera, qualunque sia il liquido presente (acqua, olio, ecc.).

6.5.3 Sversamento accidentale olio con precipitazioni piovose

In questa condizione il sensore di pioggia rileva precipitazioni piovose e il flussostato individua la presenza di liquidi. Le sonde multiparametriche identificano del refluo. Incrociando queste informazioni il PLC farà aprire la valvola d'intercettazione a farfalla posta tra il pozzetto deviatore e la vasca di onda nera. Contemporaneamente al Centro Operativo di Controllo comparirà a video lo stato dell'emergenza con i relativi messaggi di stato del sistema/sistemi in allarme. Una volta riempita la vasca di onda nera la valvola un galleggiante presente nel manufatto invierà un segnale al PLC che farà chiudere la valvola a farfalla evitando che il refluo rigurgiti nelle tubazioni.

Contemporaneamente saranno operative in itinere le cisterne che, arrivate sul posto, provvederanno immediatamente allo svuotamento della vasca aprendo nuovamente la valvola e quindi permettendo al refluo di confluire nuovamente all'interno della stessa.

6.5.4 Precipitazione piovosa senza sversamento accidentale

Questa situazione si ha quando si hanno precipitazioni piovose senza sversamenti accidentali.

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

In questa condizione il sensore di pioggia rileva precipitazioni piovose e il flussostato individua la presenza di liquidi, ma le sonde multiparametriche non identificano nessun sversamento

In questo scenario quindi, la valvola d' intercettazione della vasca di onda nera rimarrà chiusa.

6.5.5 Nessun sversamento accidentale con/senza precipitazioni nevose

Questa situazione si presenta quando, dopo una precipitazione nevosa, la neve inizia a sciogliersi e quindi lentamente comincia a convogliare all'interno dei pozzetti ove risiedono le sonde. In questo periodo il sensore di pioggia sarà inibito quando dalle stazioni meteo interessate giungerà al PLC un valore di umidità molto basso. Tale evento sarà sotto totale controllo manuale da parte del Centro Operativo di Controllo. Nel caso di precipitazione nevosa il sistema di comporterà come quando all'esterno si ha precipitazione piovosa.

6.6 Impianto trattamento acque provenienti dai caselli

Per il trattamento delle precipitazioni che insistono sulle aree occupate dai caselli si utilizza un sistema di tipo chiuso, che raccoglie tutta la pioggia, ma tratta solamente l'acqua di prima pioggia.

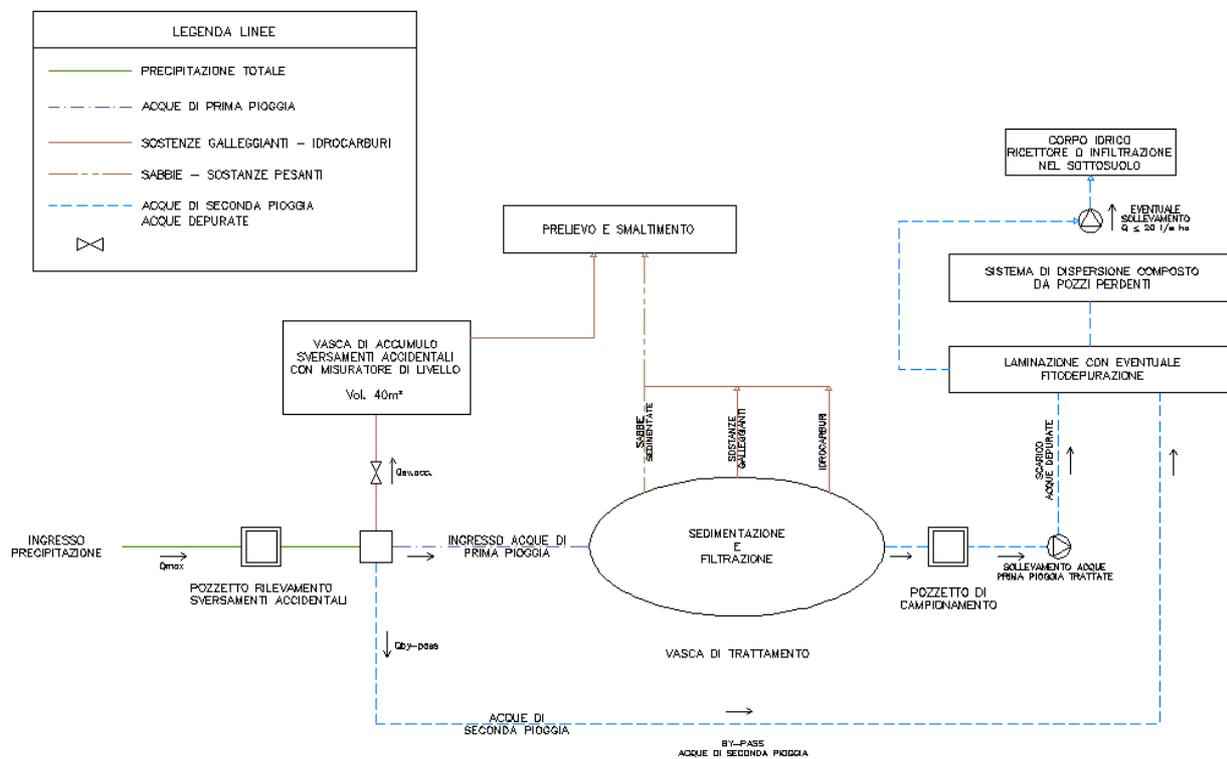


Figura 6-10: Schema di funzionamento dell'impianto di trattamento nei caselli

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

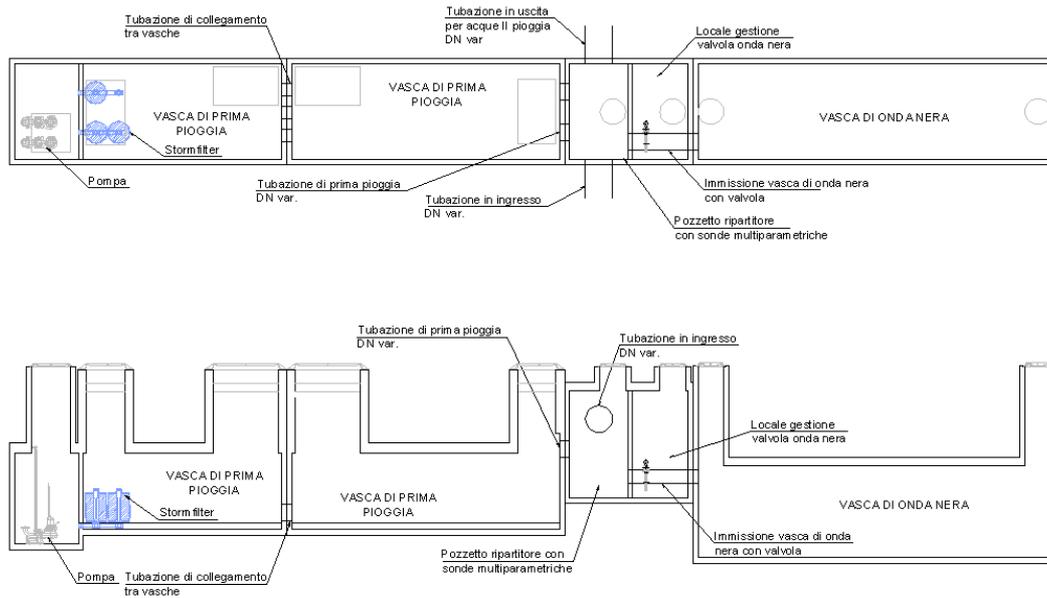


Figura 6-11 Schema dell'impianto di trattamento nei caselli

Di seguito si descrivono gli elementi che compongono l'impianto.

6.6.1 Vasca di prima pioggia

Sono prefabbricate di forma parallelepipedica, monoblocco, realizzate in calcestruzzo armato ad alta resistenza, carrabile per mezzi pesanti, e deflettore in ingresso.

Ha lo scopo di accumulare e stoccare solamente i primi 5 mm di precipitazione che insistono sull'area afferente all'impianto. Una volta raggiunto il volume stabilito le acque di seconda pioggia sono dirottate verso i corpi idrici ricettori.

In questa vasca sono alloggiati anche i filtri Stormfilter che garantiscono un efficace trattamento delle precipitazioni.

L'invaso è svuotato, entro 48 h come da normativa, tramite una pompa di 6 l/s. Questi dispositivi sono separati dal resto della vasca tramite un setto che permette il passaggio dell'acqua solo attraverso le tubazioni dei filtri.

Ogni vasca di prima pioggia è munita quindi di 3 filtri in modo da garantire il passaggio di 6 l/s e alimentare in continuo le pompe una volta che queste si siano attivate. Qualora una sola vasca non sia sufficiente a contenere tutto il volume di prima pioggia se ne posano altre del tutto identiche alla prima (a meno del setto, delle pompe e dei filtri) appena a monte, mettendole in contatto con delle tubazioni poste sul fondo.

Ovviamente avendo fissato una portata in uscita costante per tutti gli impianti è necessario attivare i sollevamenti in tempi diversi in funzione del volume stoccato, in modo da garantire

lo svuotamento della stessa entro le 48 ore. In tabella sono riportati i tempi di svuotamento in funzione dei volumi di prima pioggia.

Superficie	Volume di prima pioggia	Q pompe	Tempo di svuotamento
ha	mc	l/s	h
0.5	25	6	1.2
0.6	30	6	1.4
0.7	35	6	1.6
0.8	40	6	1.9
0.9	45	6	2.1
1	50	6	2.3
1.1	55	6	2.5
1.2	60	6	2.8
1.3	65	6	3.0
1.4	70	6	3.2
1.5	75	6	3.5
1.6	80	6	3.7
1.7	85	6	3.9
1.8	90	6	4.2
1.9	95	6	4.4
2.0	100	6	4.6

Tabella 6-9 Tempo di svuotamento delle vasche di prima pioggia

6.6.2 Vasca multifunzione prefabbricata

Questo manufatto è identico a quello descritto nel Paragrafo 6.4.2 se non per lo scarico delle acque di seconda pioggia sul pozzetto ripartitore con sonde multiparametriche.

6.6.3 Sistema di monitoraggio e vasca di onda nera

Si vedano i Paragrafi 6.4.3 e 6.4.4.

6.7 Bacino di fitodepurazione

Il trattamento di fitodepurazione (bacino a sub-infiltrazione – “canneto”) viene circondata da un arginello in argilla compattata sporgente di 1,00 m ca. ed immerso per ~ 0,50÷1,00 m al di sotto del fondo del bacino. La funzione è quella di interrompere qualsiasi comunicazione sui piani orizzontali con le falde freatiche superficiali presenti o con lenti di sabbia che potrebbero caricarsi d'acqua in occasione di forti e perduranti precipitazioni.

Il fondo del bacino a flusso sub-superficiale è leggermente degradante verso la sezione di chiusura e si trova ad una quota compresa tra 0,80 m e 1,20 m dalla sommità del rilevato arginale perimetrale. La superficie occupata con profondità di poco inferiore e mediamente pari a 1,00 m. Quest'ultima è collegata attraverso uno sfioro di troppo pieno o con il fosso di

guardia del rilevato stradale, nei casi in cui lo scarico possa avvenire a gravità o con l'impianto di sollevamento.

Sull'intera superficie è steso uno strato di ghiaia lavata omogenea, sottesa da uno strato di 10- 15 cm di sabbia fine (eventualmente recuperata in situ in seguito all'esecuzione degli scavi), per uno spessore complessivo finale di 0,80 m.

Durante lo scorticamento del terreno, necessario per preparare il letto di ghiaia, si avrà modo di verificare l'assenza di eventuali lenti di sabbia e di intervenire di conseguenza, rimuovendo la sabbia e sigillando il fondo con uno strato di circa 30 cm di argilla compattata, così da garantire continuità spaziale di uno strato impermeabile argilloso.

La ghiaia nello stadio a sub-infiltrazione viene conservata costantemente sommersa, quindi l'argilla del fondo è sempre espansa e bagnata, il che evita la formazione di crepe che potrebbero consentire percolamenti verso le falde superficiali. Queste caratteristiche del bacino fanno sì che esso di fatto funga da "protezione" anche per gli sversamenti accidentali che verrebbero in gran parte confinati al suo interno: operando tempestivamente sul bacino la massa potenzialmente inquinante può essere rimossa prima che arrivi in falda.

Lo stadio di sub-infiltrazione è dimensionato per avere un bilancio tra l'acqua in ingresso e quella che persa per evapotraspirazione, per cui non si dovrebbe verificare lo scarico di acqua depurata in uscita dal bacino; tuttavia, considerato che, soprattutto durante la stagione invernale, le cinetiche biochimiche risultano notevolmente rallentate, è previsto che, in corrispondenza del punto idraulicamente più lontano dalla sezione di alimentazione del bacino, sia disposta una condotta di "troppo pieno" in grado di far affluire ad un recapito superficiale l'acqua eventualmente in eccesso.

Si è scelto di fare coincidere i bacini di fitodepurazione con le vasche di laminazione delle portate. La coesistenza dei due sistemi è infatti possibile con gli opportuni accorgimenti. Durante gli eventi meteorici di normale intensità l'area, che a questo punto deve essere per forza all'aperto, può fungere da bacino di fitodepurazione, mentre durante gli eventi di forte intensità e di lunga durata può fungere da bacino di laminazione.

Per quanto riguarda la stima dell'abbattimento delle sostanze inquinanti in soluzione e che quindi non sono state rimosse per sedimentazione o adsorbimento, si è fatto riferimento ai dati di letteratura di seguito riportati.

Apporto minimo di ossigeno = $4,5 - 9,0 \text{ O}_2 / \text{mq} \times \text{d}$ (Brix, 1994)

Azoto ammoniacale nitrificabile = $0,5 - 1,9 \text{ g N/d}$ (Tanner 1994)

Apporto di C organico da parte delle radici = $0,7 - 1,5 \text{ g/mq} \times \text{d}$ (Radtke, 1985)

Denitrificazione = variabile (diminuisce drasticamente a $T < 5\text{ C}^\circ$); il solo apporto di C organico da parte delle radici consente di abbattere circa $0,3 - 0,7\text{ gr N/mq} \times d$ (Radtke 1995).

Tenendo conto di tutte le fonti di carbonio organico, il dato più probabile per l'abbattimento di azoto ossidato può essere assunto cautelativamente pari a $2,23\text{ mg N/l}$ (Piatzer 1996).

6.7.1 Settorizzazione del bacino a sub-infiltrazione

Per poter controllare al meglio il flusso di alimentazione ed evitare eventuali cortocircuitazioni dello stesso, si può eventualmente, in fase di realizzazione del bacino, prevedere una settorizzazione attraverso la realizzazione di arginelli in materiale impermeabile (argilla o altro materiale reperito in loco), di piccolo spessore (30 - 40 cm) realizzati in fase di messa in opera del letto di sabbia, sviluppati lungo la dimensione maggiore del bacino stesso.

Gli arginelli dei "settori" emergendo di circa 20 cm sulla superficie del letto di ghiaia rappresentano siti preferenziali per la nidificazione ed argini di contenimento per eventuali fenomeni di scorrimento superficiale che dovessero verificarsi accidentalmente.

I bacini verranno fatti colonizzare da macrofite le cui radici saranno in grado di trasferire ossigeno al di sotto della superficie di impregnazione totale con acqua. La phragmites è una canna autoctona molto resistente ed infestante, in grado di eliminare altre essenze competendo con esse, quindi ha anche il pregio di non richiedere particolare manutenzione. La piantumazione con canne consente di esaltare la capacità di un letto a flusso sub-superficiale ad abbattere i patogeni, sia per la formazione di microambienti ossidati (presso le radici) alternati ad altri anossici, sia per l'osservata capacità delle radici di emettere biocidi specifici. La riduzione prevedibile di patogeni fecali è, cautelativamente, di $100 - 1.000$ volte. Anche la capacità di abbattimento di uova di parassiti è molto efficiente, specialmente nei primi 25 m del letto lungo la direzione del flusso.

6.7.2 Dimensionamento del bacino di fitodepurazione

Il dimensionamento dei bacini di fitodepurazione si basa tutt'ora su criteri di natura semiempirica.

Si procederà al dimensionamento dei bacini di fitodepurazione sulla base di questi parametri:

- Determinazione dell'area trasversale per garantire il deflusso idraulico;
- Determinazione dell'area superficiale per la rimozione del BOD_5 ;

La portata massima che i bacini di fitodepurazione saranno in grado di trattare sarà pari alla portata laminata in uscita dall'impianto. Qualora questa venisse superata i bacini di fitodepurazione, assumono le funzioni di bacini di laminazione sommersi.

In quest'ultimo caso si dà precedenza alla laminazione delle portate rispetto al loro trattamento, in quanto la prima è legata ad un concetto di sicurezza idraulica dell'opera mentre il secondo alla qualità del refluo in uscita che nel caso di forti apporti risulta automaticamente garantito dall'effetto di diluizione.

6.7.3 Determinazione dell'area trasversale per garantire il deflusso idraulico

Il flusso idraulico Q è descritto dalla equazione di Darcy, che si applica nel caso di flussi in mezzi porosi. Considerato una porosità media del mezzo poroso saturo (ghiaia mista a sabbia) del 35 % ca. ed una conducibilità idraulica di 6000 m/giorno, nota la pendenza di 2 % che si vuole imporre al bacino, è stato possibile calcolare l'area trasversale attraverso la relazione:

$$AT = \frac{Q}{(K_s \times S)}$$

dove:

Q	=	portata trattata;
AT	=	area (trasversale) attraversata dal flusso idraulico;
K_s	=	conducibilità idraulica
S	=	gradiente idraulico.

Nel nostro caso si ha, considerando uno strato utile di 0.80 m:

- Per portata trattata 50 l/s Larghezza = 45 m
- Per portata trattata 100 l/s Larghezza = 90 m

Il sistema di alimentazione dei bacini sarà tale che la prima portata in ingresso fino alla concorrenza della massima portata di progetto del bacini stesso transiti all'interno del bacino mentre la portata eccedente tale valore che è quindi quella più diluita e pulita continui direttamente nel recettore superficiale tramite uno scolmatore che sarà opportunamente dimensionato. Questo dispositivo inviando di fatto l'acqua di prima pioggia al bacino permette di conservare anche la sua funzione indiretta di "catturare" eventuali sversamenti accidentali.

6.7.4 Determinazione dell'area superficiale per la rimozione del BOD5

Per il dimensionamento dell'area superficiale si schematizza il sistema di fitodepurazione SFS (sistema a flusso subsuperficiale) come un reattore plug-flow con cinetica di primo ordine; l'equazione risultante è:

$$\frac{BOD_{OUT}}{BOD_{IN}} = \exp[-K_T \cdot t_i]$$

Dove t_i è il tempo di ritenzione idraulico e può essere determinato con:

$$t_i = \frac{n \cdot L \cdot d \cdot W \cdot 0.95}{Q}$$

Dove	n	=	porosità del medium (= 0.35)
	L	=	lunghezza del bacino
	W	=	larghezza del bacino (calcolata con la precedente formula)
	d	=	profondità del bacino (nel nostro caso 0.8 m)
	Q	=	portata trattata

Assumendo K_T che è la costante cinematica di primo ordine pari a 1.5 e considerando che il limite di emissione di BOD per le acque reflue urbane ed industriali che recapitano sul suolo secondo la Tabella 4 dell'allegato 5 del Decreto Legislativo n. 152 del 11/05/99 è pari a 20 mg O₂/l, assumendo un BOD in ingresso doppio rispetto a quello in uscita (riduzione del carico inquinante del 50%) si ottiene una lunghezza pari a 150 m.

7. DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI POMPAGGIO

Come accennato vi sono zone in cui, come le trincee, laddove non è possibile smaltire le portate affluenti al sistema di drenaggio per infiltrazione si è costretti a sollevare le acque in ingresso e recapitarle previa laminazione ai recettori superficiali.

7.1 Vasca di Accumulo

La vasca di accumulo viene posizionata nel punto più depresso. Le acque meteoriche accumulate all'interno della vasca verranno opportunamente sollevate ed inviate ai canali ricettori. Il tempo di ritorno che è stato assunto per il dimensionamento degli impianti di sollevamento è pari a 25 anni.

Il volume da assegnare alla vasca viene calcolato in modo da garantire la piena transitabilità del tratto stradale nei 60 minuti successivi ad una eventuale avaria del sistema di sollevamento acque.

Il calcolo del volume della vasca quindi è condizionato da questa ultima assunzione in quanto il volume di "funzionamento" legato alla salvaguardia delle pompe come vedremo è trascurabile in confronto.

Il calcolo viene condotto sulla base della pioggia ed è un semplice bilancio di volumi con un coefficiente di deflusso però che tiene conto delle perdite e degli invasi di rete ed è quindi ridotto del 10% rispetto a quello utilizzabile per valutare la sola piattaforma:

$$V = a t^n S \phi$$

Dove :

a = parametro della curva di possibilità climatica per il Tr di progetto

n = parametro della curva di possibilità climatica per il Tr di progetto

t = tempo di pioggia paria a 1 ora

S = superficie scolante

Φ = coefficiente di deflusso

7.2 Stazione di pompaggio

E' quindi necessario prevedere un dimensionamento sia per quanto attiene alla capacità sia per limitare i numeri di avviamenti/ora varia normalmente tra 10 e 4 in dipendenza dal tipo di pompa e dalla sua potenza, diminuendo il numero di attacchi con l'aumentare della potenza. Nelle stazioni equipaggiate con più pompe sono possibili due sequenze di attacco-stacco

delle pompe: una sequenza, chiamata “sequenza 1”, prevede l’attacco di ogni pompa quando il livello dell’acqua raggiunga nella vasca una prefissata quota e il suo stacco quando il livello scenda fino a quello per il quale è previsto l’avviamento della pompa che opera al livello inferiore; l’altra, definita “sequenza 2”, prevede ancora l’attacco di ogni pompa ad un prefissato livello, ma lo stacco avviene per tutte le pompe una volta che il livello sia disceso fino al minimo previsto nella vasca di raccolta. Si opta per la seconda che ottimizza il volume della vasca.

Ipotizzando quindi 10 attacchi massimi definita Q [litri / s] la portata della pompa il volume necessario sarà:

$$V_1 = (3.6/10) Q \quad [m^3]$$

Per i volumi relativi alle pompe successive nell’ipotesi di sequenza di funzionamento 2 è possibile utilizzare l’Abaco seguente (per max 5 pompe – Datei Da Deppo – Fognature ed. Cortina Padova):

n° pompe uguali	$\sum V_i / V_1$	
	sequenza 1	sequenza 2
1	1	1,000
2	2	1,392
3	3	1,688
4	4	1,919
5	5	2,106

Stabilita la massima portata che affluisce alla vasca di raccolta, e che da questa deve quindi essere allontanata per sollevamento, è da stabilire tra quante pompe sia opportuno dividere la portata stessa. A parità di portata sollevata, fra due possibili impianti, quello con il maggior numero di pompe risulta generalmente più costoso, col vantaggio, però, di avere una mandata più regolare e di poter corrispondere al fabbisogno in maniera più puntuale. Gli impianti devono inoltre essere provvisti di almeno una pompa di riserva con caratteristiche pari alla pompa che solleva la maggiore portata.

Una volta definita la portata da sollevare, per il dimensionamento delle pompe occorre conoscere la prevalenza da superare.

E’ noto che la prevalenza “DH” è definita dalla somma di due termini:

$$DH = DH_{geo} + DH_f$$

dove: DH_{geo} è il dislivello compreso tra la quota minima cui si trova l’acqua da sollevare (nella fattispecie la quota cui si trova il girante della pompa) e la quota massima che deve

raggiungere l'acqua.

DHf sono le perdite di carico, divise in perdite di carico continue e localizzate.

Il dislivello geodetico è dato dalla geometria del problema. Le perdite di carico si possono invece calcolare con le seguenti relazioni.

Per le perdite di carico continue si può usare una delle numerose formule presenti in letteratura, ad esempio la formula di Colebrook :

$$DH = jL = (\beta Q^2 D^{-5}) L$$

Nella quale:

L = lunghezza totale della tubazione

β = valore della scabrezza della tubazione secondo Colebrook (da opportune tabelle)

Q = portata sollevata dalla pompa

D = diametro della tubazione

Le perdite localizzate si possono invece esprimere con la seguente relazione:

$$DH = K v^2 / 2g$$

nella quale:

K : coefficiente numerico di perdita di carico

v : velocità nella condotta.

Perdite di carico localizzate: valori del coefficiente K

K

Gomito a 90° 0,75

Giunto a T 2,00

Valvola a saracinesca 0,25

Valvola di controllo 0,30

8. INVARIANZA IDRAULICA DEL TERRITORIO

8.1 Premessa

La realizzazione dell'opera stradale in progetto comporta l'impermeabilizzazione di superfici agricole mettendo in evidenza diverse problematiche connesse con lo smaltimento delle acque meteoriche; in particolare si possono avere conseguenze idraulico-quantitative, date dalla possibile insufficienza dei corsi d'acqua ricettori e delle reti di fognatura esistenti.

Il ciclo naturale delle acque subisce, a seguito della costruzione dell'opera stradale, due tipi di alterazioni di tipo idraulico-quantitativo riconducibili ad:

- una modifica del regime idrologico locale dovuto ad una minore infiltrazione delle acque piovane nel sottosuolo;
- la maggiore impermeabilizzazione aumenta le velocità dei deflussi superficiali e quindi riduce i tempi di corrivazione dei bacini con il conseguente aumento delle portate consegnate ai ricettori;

Queste conseguenze sono state limitate:

- ricorrendo in modo esteso a sistemi di smaltimento per infiltrazione che copre il 93% dell'intero tracciato;
- inserendo nei sistemi di raccolta dei volumi di invaso che abbiano la funzione di laminare i picchi di portata in modo da ottenere un rilascio controllato delle portate in uscita verso i recettori in quel 7% del tracciato che scarica in recettori.

Il presente progetto si prefigge perciò di garantire l'invarianza idraulica del territorio, essa è definita come "la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dalla stessa".

Nel caso specifico dell'opera stradale in progetto l'incremento di portata dovuto alla nuova impermeabilizzazione viene assorbito dal sistema di drenaggio attraverso l'invaso in bacini di laminazione opportunamente collocati e nei fossi di guardia, essi infatti hanno una sezione idraulica dimensionata non per la funzione di drenaggio delle portate bensì per la loro funzione di invaso delle acque laddove essi colleghino acque verso i recettori superficiali.

L'invarianza idraulica sarà garantita per tutto il futuro nastro stradale sia dell'asse principale sia delle viabilità secondarie.

9. PROGETTO DEFINITIVO LOTTO 3 TRATTA C PK 74+075 – 75+625

Il tratto in oggetto fa parte integrante del Lotto 3 della nuova viabilità denominata “Superstrada a pedaggio Pedemontana” e si sviluppa dalla progressiva 74+075.00 fino alla 75+625.00.

L’asse principale del tracciato del lotto 3C - lungo circa 1.6 km - ha una direzione prevalente ovest-est e si sviluppa completamente sul territorio della provincia di Treviso, interessando i comuni di Montebelluna e Volpago del Montello.

Lungo tutto il nuovo percorso, interamente in trincea, il terreno viene sostenuto da una scarpata naturale.

Per risolvere le interferenze con i centri abitati e la rete infrastrutturale esistente è stato necessario prevedere:

- il monolite a spinta RFI Treviso-Calalzo (dal km 74+343.02 al km 74+423.02, lunghezza 80 m);
- il cavalcavia di via Feltrina (km 74+862.34);
- il cavalcavia dello svincolo Montebelluna Est-Volpago (km 74+991.92);
- il sottovia di via Cal Trevigiana (progr. 75+388.80).

Completano il lotto le viabilità secondarie a nord della PDV:

- la viabilità Feltrina;
- la viabilità di collegamento viabilità Feltrina - S.P.100.

Il tratto 3C comprende anche il casello di Montebelluna Est - Volpago (pk 74+700-75+100), che si presenta in leggero rilevato a nord della viabilità. La depurazione delle acque è garantita da un impianto di tipo chiuso, in grado anche di laminare le precipitazioni e assicurare l’invarianza idraulica del territorio.

Per l’asse principale la depurazione delle piogge è affidato a due impianti in continuo che sollevano le acque a piano campagna per essere scaricate nei corpi idrici a seguito della laminazione.

9.1 Impianti lungo l’asse principale

La distribuzione spaziale degli impianti è stata dettata dai motivi plano-altimetrici, per cui non è stato possibile omogeneizzare le aree e quindi gli impianti risultano di dimensioni diverse.

Nella Tabella 9-1 sono riportate le caratteristiche dei vari impianti disposti lungo il tratto in oggetto.

	Progr iniz	Progr fin	Lungh asse princ	Progr impianto	Dim impianto (l/s)	Tipo protez
IF.3C.001 S	74+409	74+812	403	74+812	65	trincea standard
IF.3C.002 S	74+812	75+625	813	75+137	150	trincea standard

Tabella 9-1: Caratteristiche degli impianti di trattamento lungo l'asse principale.

In questa tratta gli impianti dell'asse principale si trovano in curva con conseguente infittimento dei pozzi disperdenti, per cui a favore di sicurezza si è deciso di sollevare la portata con le stesse modalità utilizzate per il trattamento a protezione parziale in trincea (paragrafo 3.3 e paragrafo 9.1.1) senza però raddoppiare la capacità di captazione dei pozzetti.

9.1.1 Impianti di trattamento con sollevamento

Come detto a valle di questi sono installate delle stazioni di sollevamento che pompano la prima pioggia trattata nel sistema di laminazione.

Di seguito si riportano le caratteristiche degli impianti.

	Taglia impianto	Q pompe	N pompe	H pompe	Scarico
	l/s	l/s		m	
IF.3C.001 S	65	2+1	33	15	Fosso di guardia
IF.3C.002 S	150	2+1	75	17	Bacino di laminazione

Tabella 9-2 impianti in tratti in trincea a protezione parziale

Lo scarico nei corpi idrici superficiali avviene dopo un'opportuna laminazione in bacini o nei fossi sulla sommità della trincea opportunamente allargati (Tabella 9-2). In Tabella 9-3 sono riportate le aree e i volumi di laminazione corrispondenti a ciascun impianto. La quantità di acqua in uscita (10 l/s/ha) viene fissata tramite una bocca tarata il cui diametro è definito sempre in Tabella 9-3 ed è funzione del tirante massimo h presente all'interno degli invasi.

	pk	A equiv	Q lam	h	Diam foro	Vol lam	Vol disponibile	Corpo idrico
		ha	l/s	m	cm	mc	mc	
IF.3C.001 S	74+855	1.10	11	1.0	0.70	412	430	Fosso
IF.3C.002 S	74+895	3.13	31	1.0	12.30	1073	1100	Scarico di Caonada 2

Tabella 9-3 caratteristiche della laminazione delle acque di prima pioggia

9.1.2 Posizione dei diaframmi plastici

Per il tratto 3C non previsti diaframmi plastici.

9.2 Svincolo di Montebelluna Est - Volpago

Lo svincolo di Montebelluna Est - Volpago si realizza tra le pk 74+700-75+100.

Le piogge che insistono sulle rampe vengono raccolte con la stessa metodologia prevista per l'asse principale, quindi con la separazione in linea della prima e seconda pioggia.

La pioggia captata delle tubazioni delle rampe scarica nell'impianto IF.3C.002 S.

9.3 Impianti casello di Montebelluna Est - Volpago

Il casello di Montebelluna Est - Volpago si trova a nord della SPV con orientamento nord sud in leggero rilevato, dove non c'è spazio sufficiente per creare un invaso per l'infiltrazione. Per questa ragione è necessario laminare e trattare la pioggia che insiste sull'area in una vasca gettata in opera sotto la viabilità e poi sollevare la precipitazione fino al piano campagna e scaricare nel canale Signoressa che scorre in affiancamento al casello. Il manufatto sarà del tutto simile a quelli previsti nelle zone in trincea a protezione totale (paragrafo 3.2), quindi tutta la precipitazione confluisce nel pozzetto sonde e da lì sfiora naturalmente verso la vasca di laminazione che ha lo scopo di laminare la precipitazione e pompare lentamente in superficie la pioggia accumulata dopo esser stata trattata con gli Stormfilter come descritto al paragrafo 6.3.

Le pompe per lo svuotamento sono tarate su una portata fissata a 10 l/s per ettaro di superficie scolante, in modo da garantire un limitata alterazione del deflusso dei corpi idrici ricettori.

Il volume delle vasche è stato stimato come descritto al paragrafo 4.3.4 utilizzando i dati di precipitazione ricavati dalla stazione pluviometrica di Volpago ottenendo un volume di laminazione specifico di 779 mc/ha.

Di seguito si riportano le caratteristiche degli impianti:

Impianto	Area equiv	Vol lam	N filtr	Qout	N pompe	Q pompe	H pompe	Corpo idrico ricettore
	ha	mc		l/s			m	
VL.3C.001	1.72	1343	9	17	1+1	17	10	Canale Signoressa

Tabella 9-4: Caratteristiche degli impianti di trattamento e vasca di laminazione

9.4 Viabilità secondaria

Il lotto oggetto del presente elaborato comprende anche una viabilità secondaria denominata via Feltrina e il suo collegamento con il nuovo svincolo. Essendo una viabilità secondaria il tempo di ritorno di progetto è fissato in 10 anni.

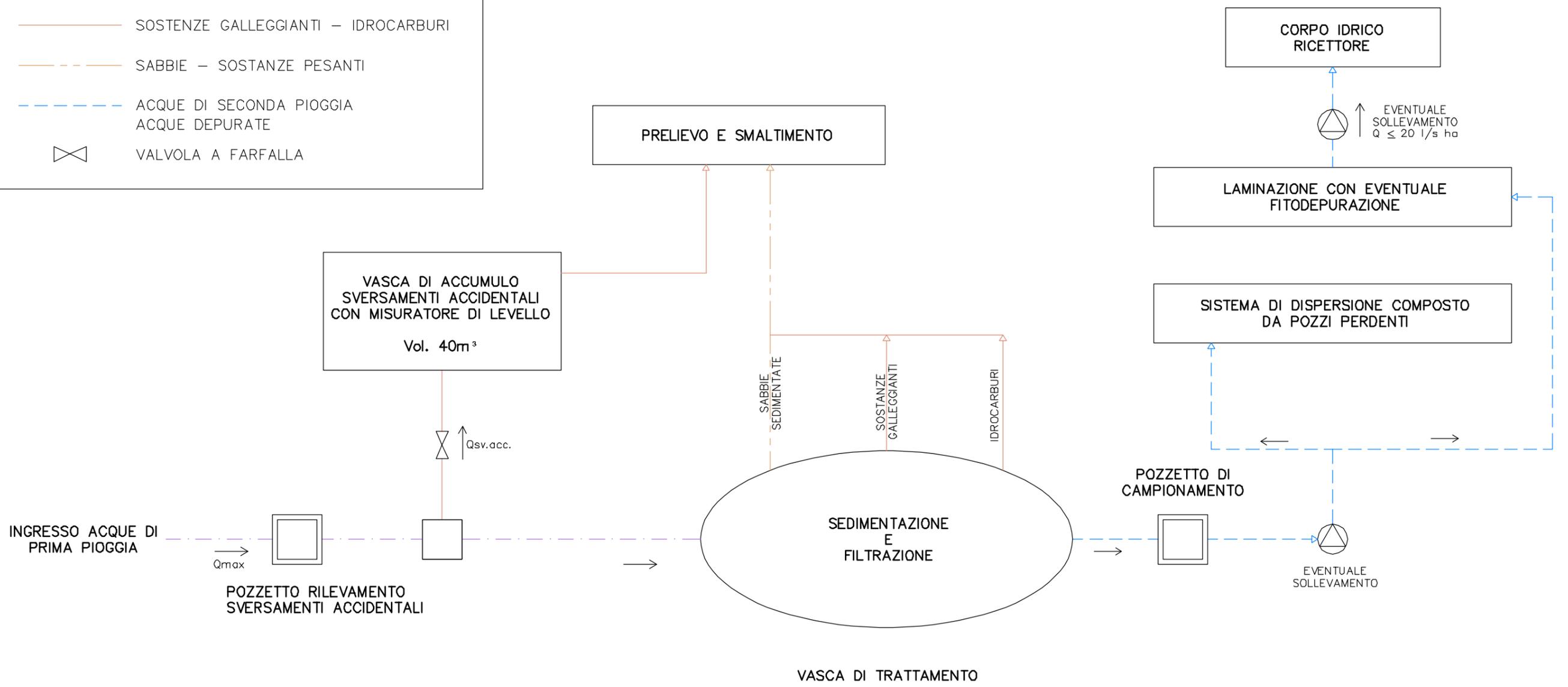
	COEFFICIENTE UDOMETRICO	PORTATA PER UNITÀ DI LUNGHEZZA	SISTEMA DI SMALTIMENTO	INTERASSE CADITOIE/EMBRICI
TIPOLOGIA	u [l/s/ha]	q [l/s/m]	-	-
rilevato in rettilo	512	0.32	fosso 1.2x1.2 m	25.0
rilevato in curva	542	0.62	fosso 1.2x1.2 m	25.0

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

trincea in rettilineo	356	0.45	fosso 0.5x0.5 m pozzi i = 69 m	25.0
trincea in curva	415	0.75	fosso 0.5x0.5 m pozzi i = 35 m	25.0
trincea esterno curva	235	0.18	fosso 0.5x0.5 m	25.0

Tabella 9-5 Dimensionamento dei fossi del tratto di viabilità secondaria

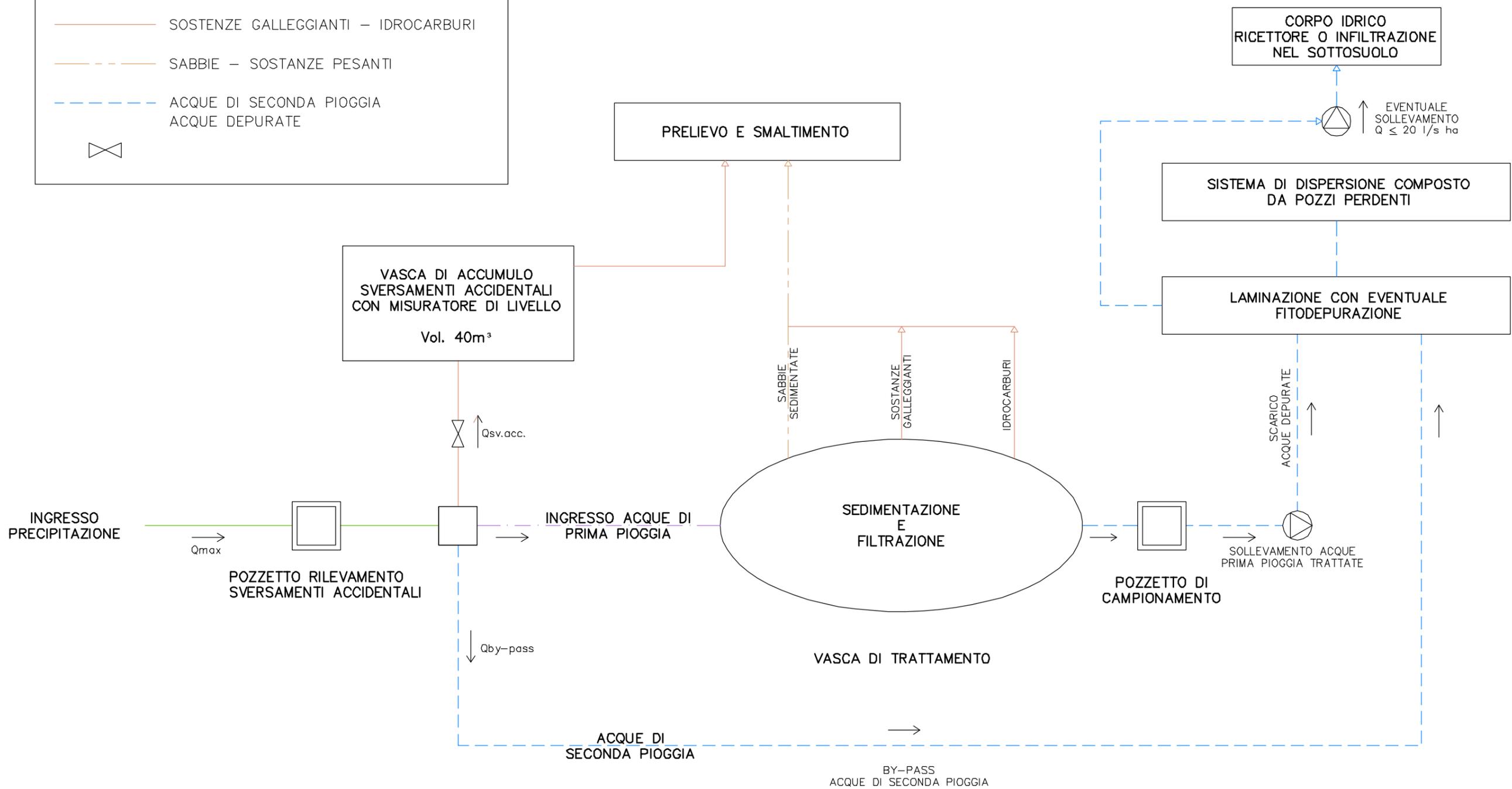
APPENDICE



**SCHEMA A BLOCCHI
IMPIANTO TRATTAMENTO ACQUE
PER ASSE PRINCIPALE**

LEGENDA LINEE

- PRECIPITAZIONE TOTALE
- · - · ACQUE DI PRIMA PIOGGIA
- SOSTENZE GALLEGGIANTI – IDROCARBURI
- - - SABBIE – SOSTANZE PESANTI
- - - ACQUE DI SECONDA PIOGGIA
ACQUE DEPURATE



SCHEMA A BLOCCHI
IMPIANTO TRATTAMENTO ACQUE
DI PIATTAFORMA PER CASELLI