



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



SPV srl
Via Inverio, 24/A
10146 Torino



SIS Scpa
Via Inverio, 24/A
10146 Torino

Consorzio Stabile fra le Imprese:



SACYR S.A.



INC S.p.A.



SIPAL S.p.A.



INFRASTRUCTURAS S.A.
Paseo de la Castellana, 83-85
28046 Madrid

Società di progetto ai sensi dell'art. 156 D.LGS 163/06
subentrato all'ATI



Ingegneria Grandi Opere Srl
Via Inverio, 24/A
10146 Torino

RESPONSABILE PROGETTAZIONE

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

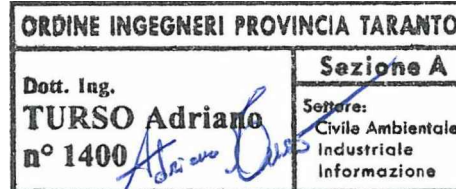
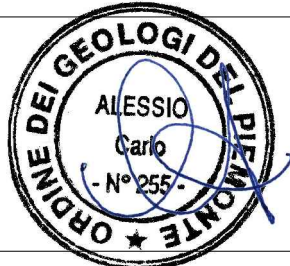
SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE DELL'INFRASTRUTTURA E DELLE OPERE CIVILI

**ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CUNEO**
1211 *Dott. Ing. Claudio Dogliani*



COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

GEOLOGO



N. Progr. _____
Cartella N. _____

PROGETTO DEFINITIVO
(C.U.P. H51B03000050009)

LOTTO 3 - TRATTA "F"
dal Km. 54+755 al Km 55+495

TITOLO ELABORATO:

**DOCUMENTAZIONE GENERALE
IDROLOGIA E IDRAULICA**

Relazione idraulica

P V D I D A P G E 3 F 0 0 0 - 0 0 1 0 0 0 2 R A 0

SCALA:

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
0	PRIMA EMISSIONE	I.C.Srl	05/03/2012	IGO	09/03/2012	SIS	14/03/2012

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Giuseppe FASIOLO

IL COMMISSARIO:

Ing. Silvano VERNIZZI

VALIDAZIONE:

PROTOCOLLO : _____

DEL: _____

INDICE

1. PREMESSE.....	4
2. INQUADRAMENTO GENERALE	7
2.1 Opere idrauliche in progetto	7
2.2 Riferimenti normativi.....	7
2.3 Acque di prima pioggia	8
3. DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA STRADALE	11
3.1 Asse principale	12
3.1.1 <i>Viabilità in rilevato</i>	12
3.1.1.1 Descrizione degli elementi comuni	12
3.1.1.2 Sezioni in rettilineo.....	14
3.1.1.3 Sezione in curva	15
3.1.2 <i>Viabilità su muri</i>	15
3.1.3 <i>Viabilità in trincea con scarpate</i>	17
3.1.3.1 Descrizione degli elementi comuni	18
3.1.3.2 Sezioni in rettilineo.....	19
3.1.3.3 Sezione in curva	20
3.1.4 <i>Viabilità tra muri</i>	21
3.1.5 <i>Viabilità tra diaframmi</i>	21
3.1.5.1 Sezioni in rettilineo.....	21
3.1.5.2 Sezioni in curva.....	22
3.1.6 <i>Viabilità in galleria</i>	22
3.1.7 <i>Viabilità in viadotto</i>	23
3.2 Svincoli	24
3.3 Aree di servizio e caselli	24
3.4 Opere connesse e viabilità interferita	24
3.4.1 <i>Viabilità in rilevato</i>	24
3.4.2 <i>Viabilità in trincea</i>	26
3.4.3 <i>Viabilità in viadotto</i>	26
3.5 I bacini di laminazione e/o fitodepurazione.....	26
4. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	27
4.1 Analisi idrologica.....	27
4.2 Tempi di ritorno di calcolo.....	28
4.3 Calcolo delle portate di progetto	28

4.3.1	<i>Smaltimento in trincee e pozzi disperdenti e vasche di fitodepurazione.....</i>	29
4.3.2	<i>Smaltimento in ricettori superficiali.....</i>	34
4.3.3	<i>Basi teoriche.....</i>	35
4.3.4	<i>Portata in uscita costante.....</i>	36
4.3.5	<i>Portata in uscita variabile.....</i>	37
5.	SISTEMA DI DISPERSIONE.....	39
5.1	Dimensionamento del sistema di dispersione.....	39
5.2	Infiltrazione da trincea disperdente.....	41
5.3	Infiltrazione da pozzi.....	42
5.4	Infiltrazione dal fosso.....	43
5.5	Infiltrazione da bacino.....	44
5.6	Protezione delle scarpate in trincea tramite diaframma plastico.....	45
6.	CICLO DI TRATTAMENTO.....	49
6.1	Rete di prima pioggia.....	50
6.2	Pozzetto scolmatore (opzionale nei tratti in cui la raccolta non è separata – ponti e viadotti).....	51
6.3	Impianto per trattamento acque provenienti dalla sede stradale.....	54
6.3.1	<i>Dimensionamento dei sistemi di dissabbiatura e disoleatura.....</i>	55
6.3.2	<i>Principio di funzionamento.....</i>	56
6.3.3	<i>Procedura di dimensionamento del separatore.....</i>	57
6.3.4	<i>Considerazioni sui sistemi coalescenti.....</i>	58
6.4	Pozzetto misuratore della qualità del refluo.....	59
6.5	Pozzetto scolmatore e ripartitore.....	60
6.6	Vasca di accumulo degli sversamenti accidentali.....	60
6.7	Impianto trattamento acque provenienti dai caselli.....	61
6.7.1	<i>Vasca di prima pioggia.....</i>	61
6.7.2	<i>Impianto di disabbiatura e disoleazione.....</i>	62
6.8	Eventuale sollevamento.....	63
6.9	Bacino di fitodepurazione.....	63
6.9.1	<i>Settorizzazione del bacino a sub-infiltrazione.....</i>	65
6.9.2	<i>Dimensionamento del bacino di fitodepurazione.....</i>	65
6.9.3	<i>Determinazione dell'area trasversale per garantire il deflusso idraulico.....</i>	66
6.9.4	<i>Determinazione dell'area superficiale per la rimozione del BOD5.....</i>	67

7.	DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI POMPAGGIO	68
7.1	Vasca di Accumulo	68
7.2	Stazione di pompaggio	68
8.	INVARIANZA IDRAULICA DEL TERRITORIO	71
8.1	Premessa	71
9.	PROGETTO DEFINITIVO LOTTO 3 TRATTA F PK 54+755 – 55+495.....	72
9.1	Impianti lungo l'asse principale.....	72
9.2	Svincolo di Riese	73
9.3	Impianto casello Riese	73
	APPENDICE	75

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

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

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 disoleazione, seconda pioggia al sistema di infiltrazione in falda;
- viabilità in galleria: raccolta e trattamento delle acque con sedimentazione e disoleazione;
- trincea con muri: prima pioggia della piattaforma avviata tramite canalizzazione al trattamento di sedimentazione e disoleazione, seconda pioggia al sistema di infiltrazione in falda;
- viadotti: prima pioggia della piattaforma avviata tramite canalizzazione al trattamento di sedimentazione e disoleazione, 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 disoleatori.

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;

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

- dimensionamento e verifica della rete di drenaggio;
- dimensionamento e verifica della rete di smaltimento.

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;
- 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 scelta progettuale 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

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).

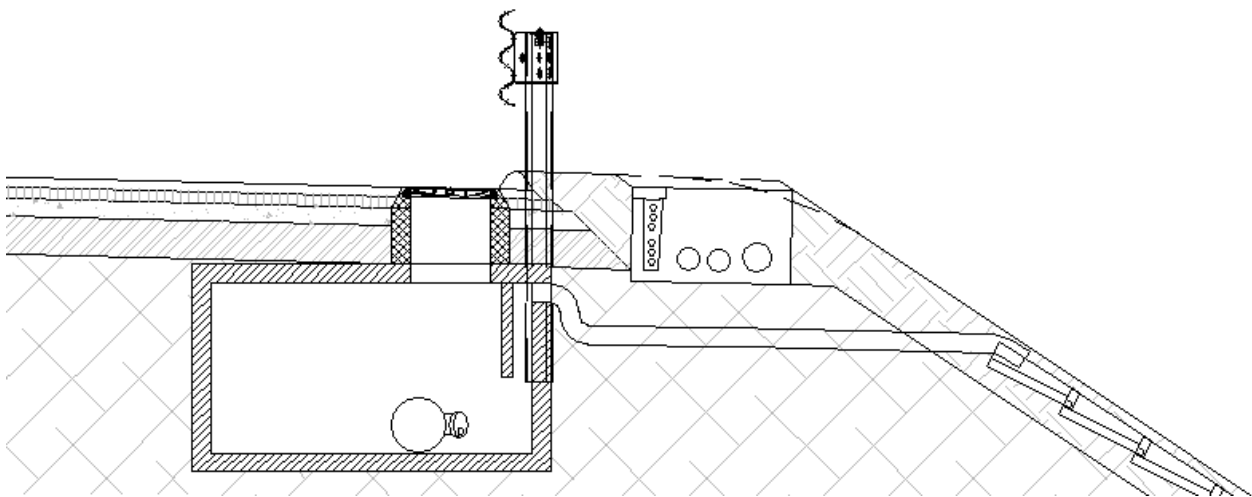


Figura 3-1: Pozzetto di raccolta in rilevato

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 $21 l/s$.

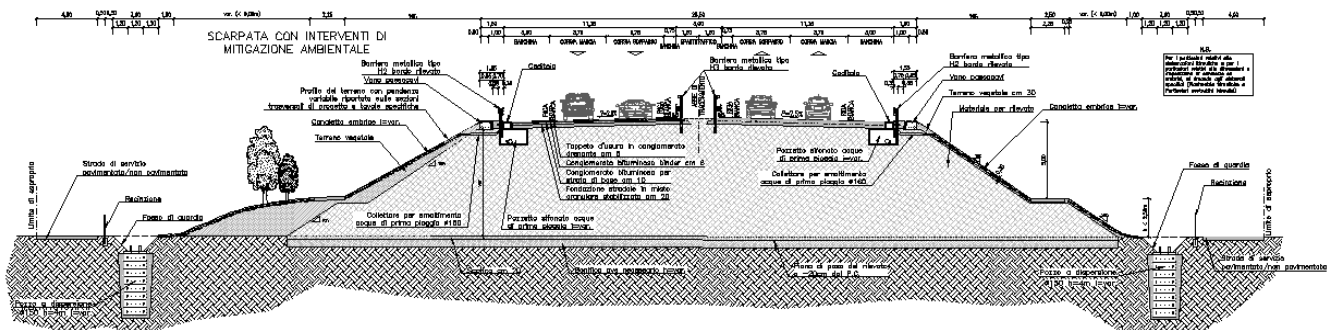
Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

Al riempimento del pozzetto si attiverà lo sfioratore delle acque di seconda pioggia, che verranno scaricate tramite le canalette embrice, le quali verseranno in un canale al piede di forma trapezia rivestito in calcestruzzo per due metri solo in corrispondenza all'immissione con funzione antierosione (il canale funge anche da fosso di guardia).

Tali fossi in terra avranno la dimensione minima in sommità di 3,00 m. Le sponde avranno una pendenza di 1 su 1. La larghezza del fondo minima sarà di 1.00 m. Tale dimensione evita problemi di riduzione della 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, devono aumentare la loro capacità di infiltrazione e smaltimento. L'altezza minima sarà di 1.0 m, e sarà comunque variabile in ragione dell'andamento del terreno.

Ad aumentare la capacità di smaltimento in falda nei tratti in cui il terreno è permeabile si realizzeranno dei piccoli bacini aumentando la larghezza del fondo canale fino a 3.0 m mantenendo le sponde invariate, solo nei tratti in cui non c'è possibilità di infiltrare nel terreno.

3.1.1.2 Sezioni in rettilineo

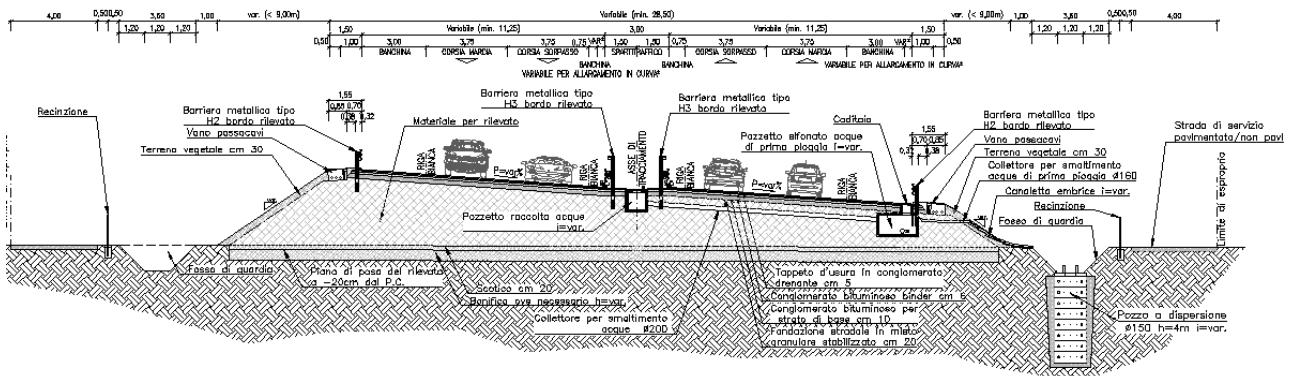


Nei tratti in rettilineo si hanno sempre due tubazioni per la prima pioggia e due fossi di raccolta uno per lato, ognuno dei quali raccoglie metà piattaforma. Mentre all'interno dello spartitraffico centrale le acque scaricano lateralmente sulle carreggiate e solo in casi particolari sono raccolte con dei pozzetti e collettate da tubazioni, che all'occorrenza scaricano in uno dei due fossi laterali.

I fossi laterali - utilizzati come fossi disperdenti per infiltrazione - sono larghi alla base 1.2 m e alti 1.2 m con scarpate a 45°. La capacità disperdente dei fossi 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*.

Acque di piattaforma – Relazione Idraulica

3.1.1.3 Sezione in curva

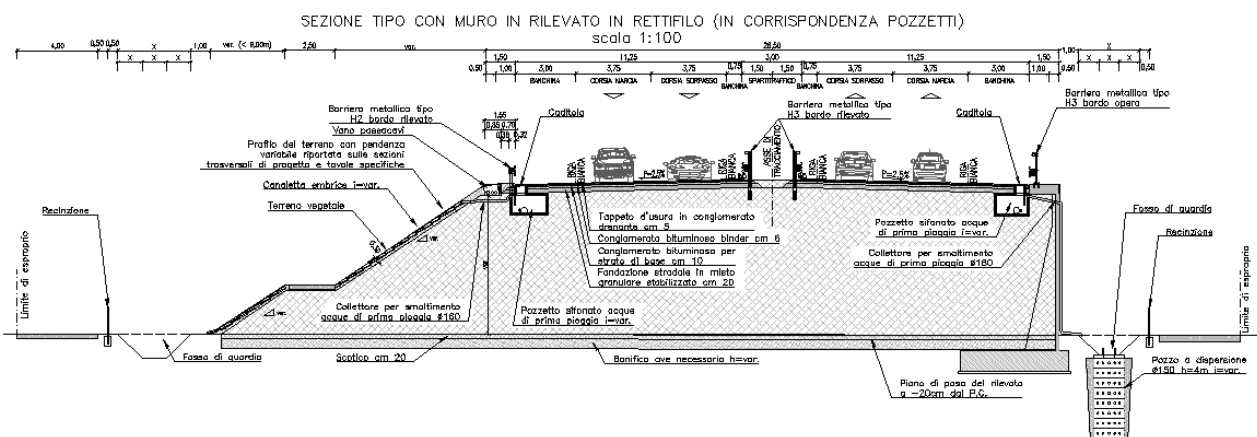


Nei tratti in curva si hanno dei pozzetti nello spartitraffico che raccolgono l'acqua che drena sulla metà più esterna della piattaforma con una tubazione da 200 mm che la recapita ai pozzetti di prima pioggia che sono collocati sul ciglio interno curva attaccati a quelli della carreggiata interna e 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*.

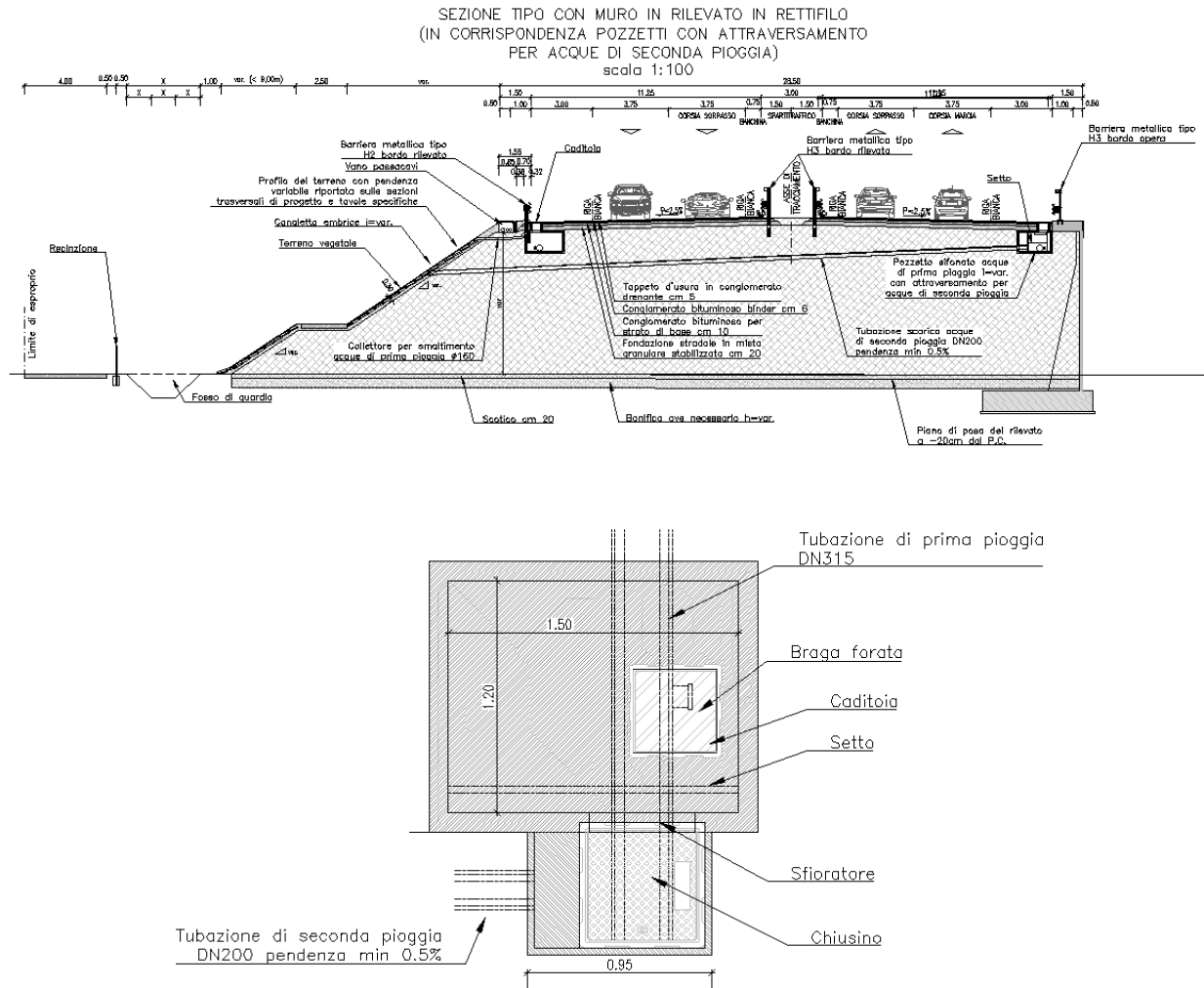
3.1.2 Viabilità su muri

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).



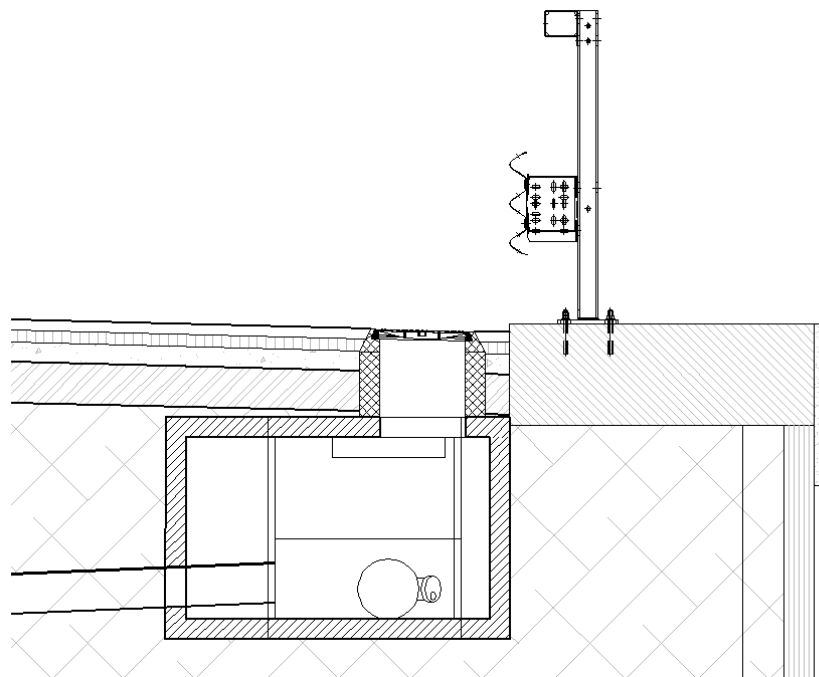


Figura 3-2: Pozzetto di raccolta con attraversamento delle acque di seconda pioggia (pianta e sezione)

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 di profondità variabile 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 1.2 m di profondità e 3.6 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*.

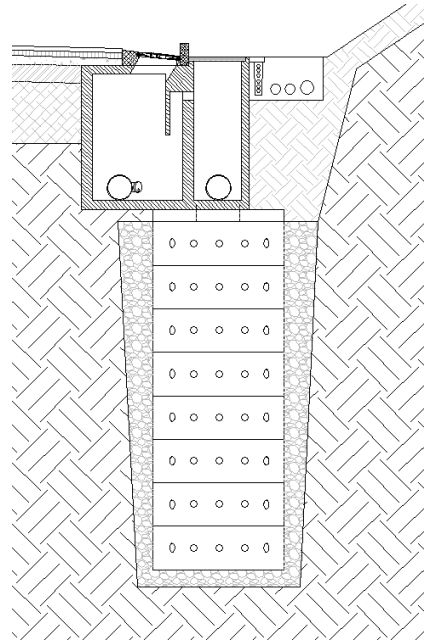
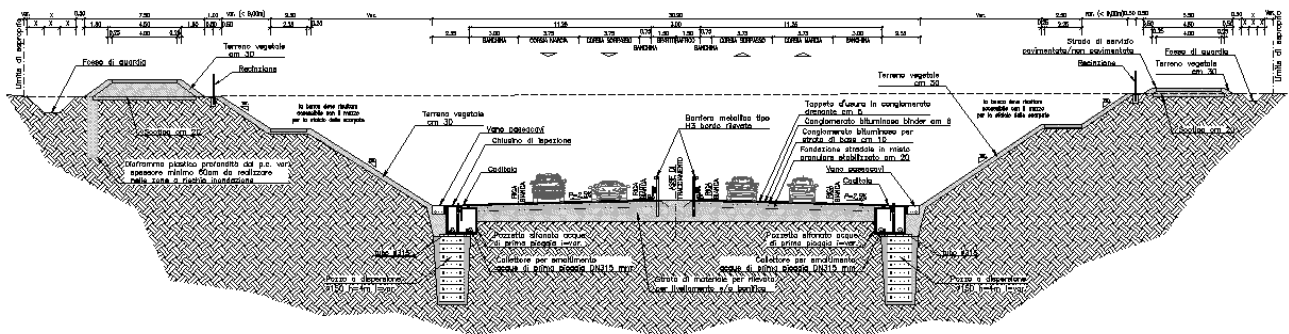


Figura 3-3: Pozzetto di raccolta in trincea

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).

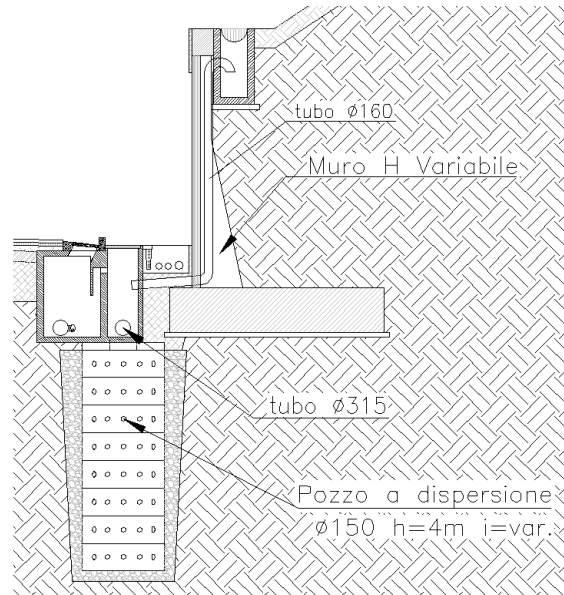
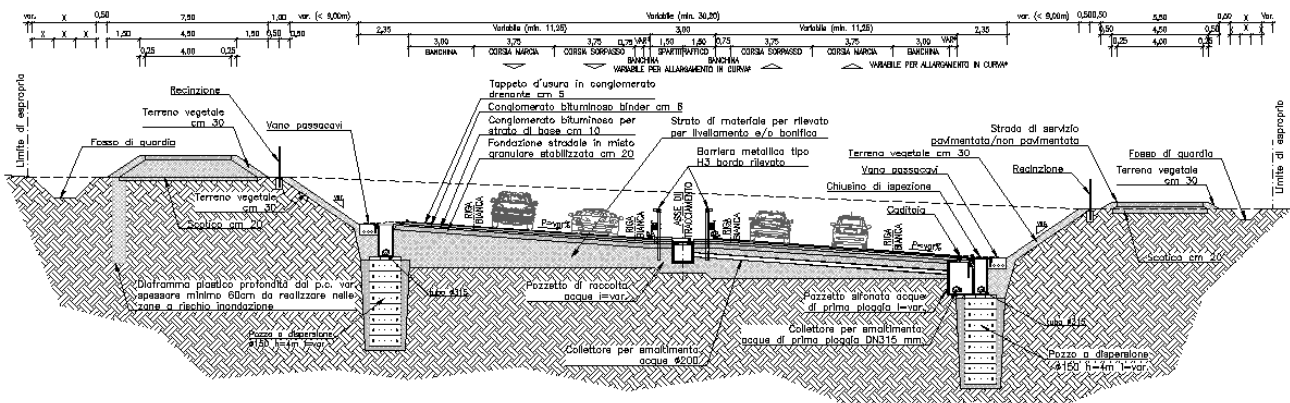


Figura 3-4: Pozzetto di raccolta con muri ai piedi della scarpata

3.1.3.3 Sezione in curva



Nei tratti in curva si hanno sempre sia pozzi che trincee 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

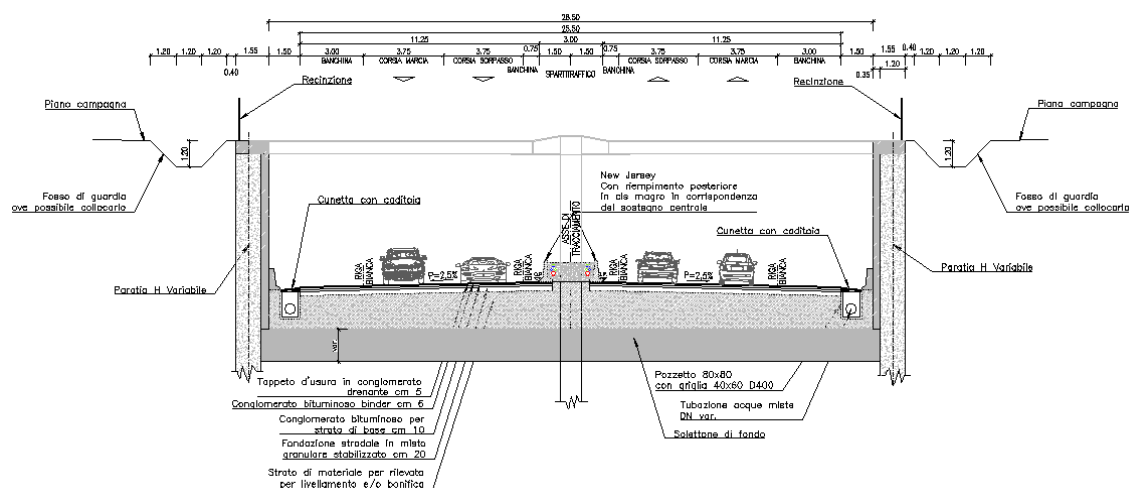
Caso particolare della viabilità tra muri è quella tra diaframmi. Questa è utilizzata laddove la falda risulta particolarmente elevata, perché garantisce l'impermeabilizzazione dell'asse principale nei confronti delle infiltrazioni.

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 rettilineo

Nelle sezioni tra diaframmi in rettilineo 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.

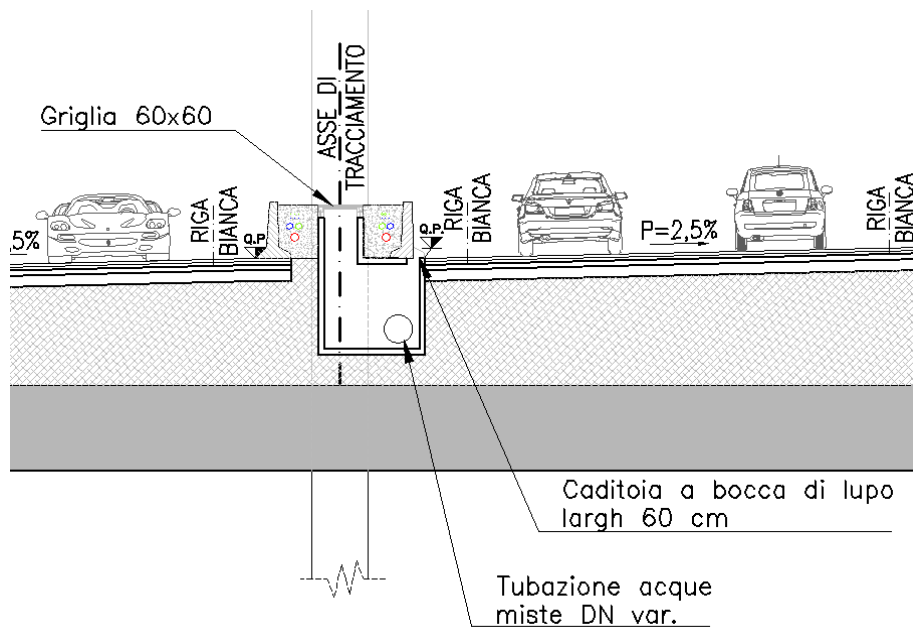


Figura 3-5: Sistema di raccolta a centro strada con viabilità tra diaframmi

3.1.6 Viabilità 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 400 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.

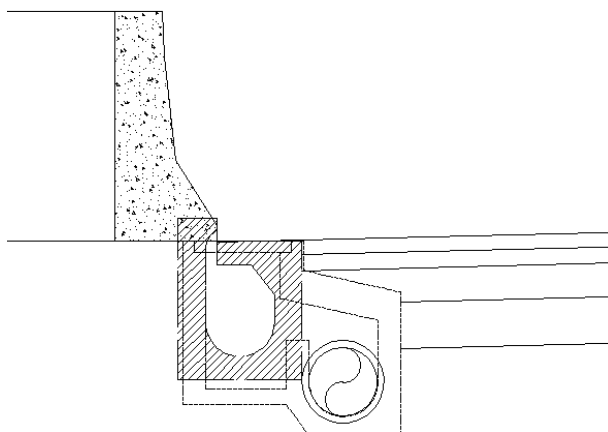


Figura 3-6: Particolare del drenaggio in galleria

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.

3.1.7 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 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

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

3.4 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.

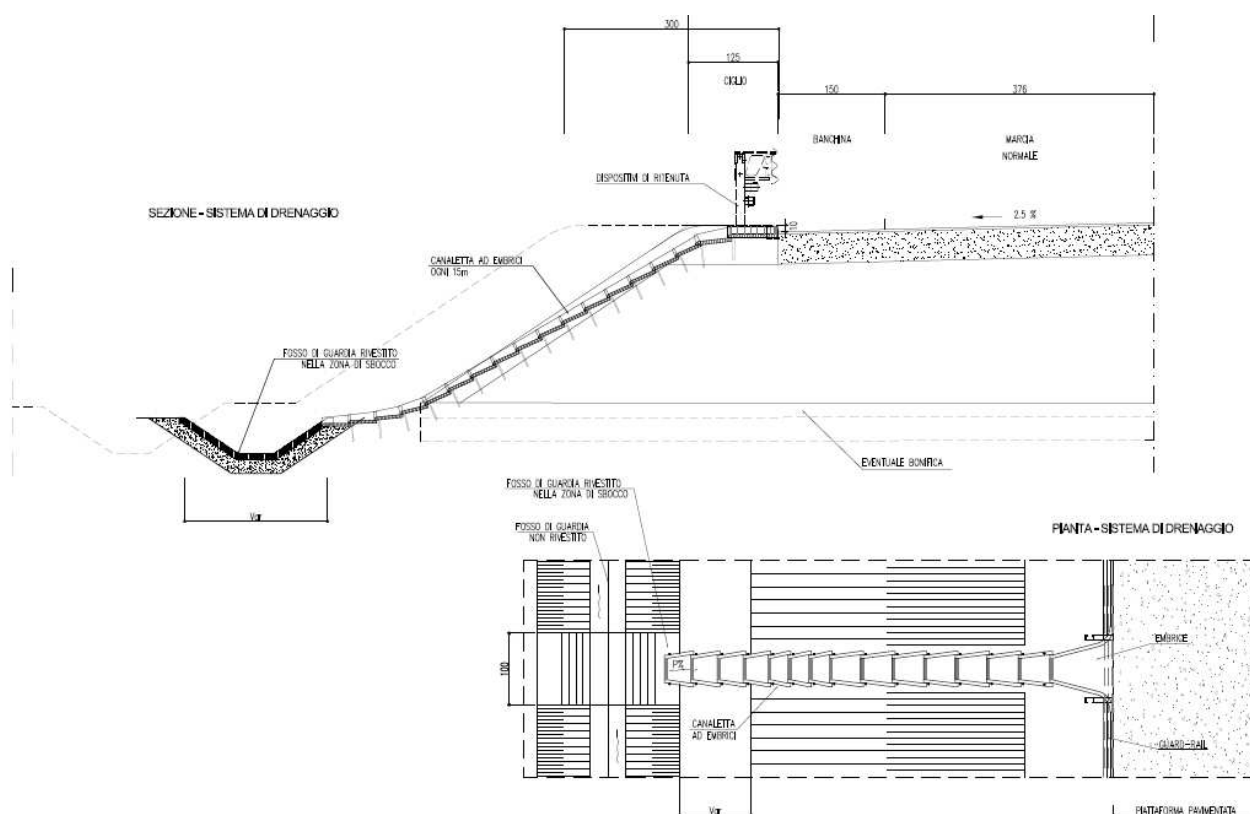
La viabilità connessa o interferita è riconducibile alle seguenti tipologie:

- 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.

3.4.1 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 1.5 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 rettilineo 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.

3.4.2 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.

3.4.3 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.

3.5 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 $\log(a)$.

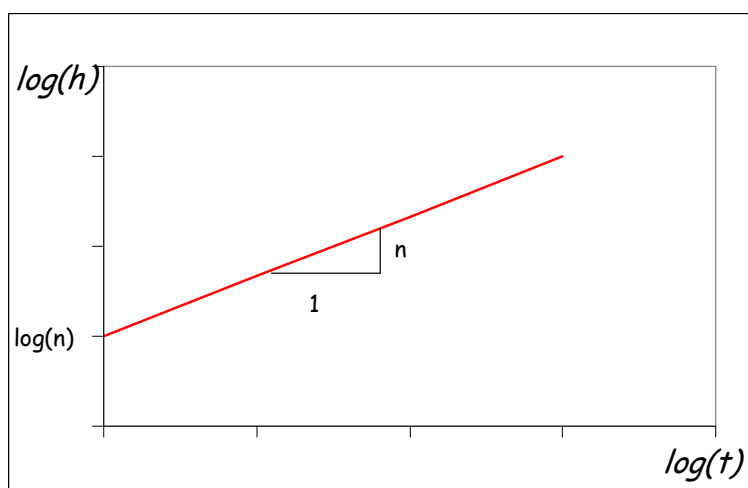


Figura 4-1: curva di possibilità pluviometrica nel piano bilogarithmico

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
- $\varphi =$ coefficiente di deflusso, dato dal rapporto tra il volume totale dei deflussi superficiali ed il volume totale degli afflussi meteorici.
- $\varepsilon =$ coefficiente $= 3.94 - 8.21 \cdot n + 6.23n^2$

Inoltre i coefficienti a e n vanno ragguagliati:

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

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

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

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	634.74	1.25	fosso 1.2x1.2 m + pozzi H4m i = 25 m	25.0
rilevato in curva carreggiata esterna con rampe scaricata esterno curva	804.70	1.03	fosso 1.2x1.2 m + pozzi H4m i = 33 m	25.0
rilevato in curva carreggiata interna con rampe (complementare al caso precedente)	664.88	1.35	fosso 1.2x1.2 m + pozzi H4m i = 22 m	25.0
rilevato in curva carreggiata esterna senza rampe e interna con rampa scaricata all'interno curva	717.16	2.37	fosso 1.2x1.2 m + pozzi H4m i = 11 m	25.0
rilevato carreggiata esterna solo rampe (caso complementare al precedente)	326.83	0.23	fosso 1.0x1.0 m	-
trincea rettilineo carreggiata con rampe o muri bassi	521.97	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	611.41	2.63	trincea disperdente + pozzi H4m i = 9 m	18.0
trincea curva carreggiata esterna solo rampa (caso complementare al precedente)	326.83	0.49	trincea disperdente + pozzi H4m i = 75 m	-
trincea in rettilineo tra muri carreggiata	804.70	1.22	pozzi H4m i = 17 m	17.0
trincea tra muri in curva carreggiata interna e esterna scaricata interno curva	804.70	2.43	pozzi H4m i = 9 m	18.0

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 pari 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

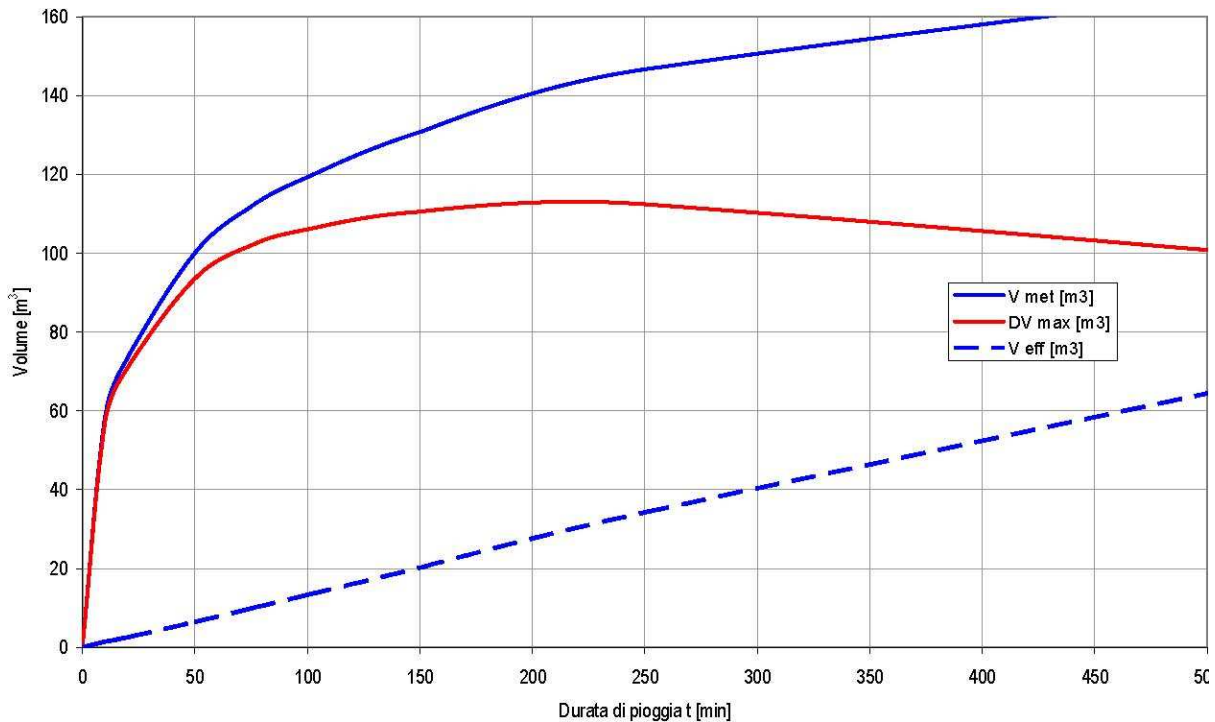
Il metodo delle sole piogge fornisce una valutazione del volume d'invaso della vasca sulla base della sola curva di possibilità pluviometrica e della portata in uscita costante:

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

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

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.

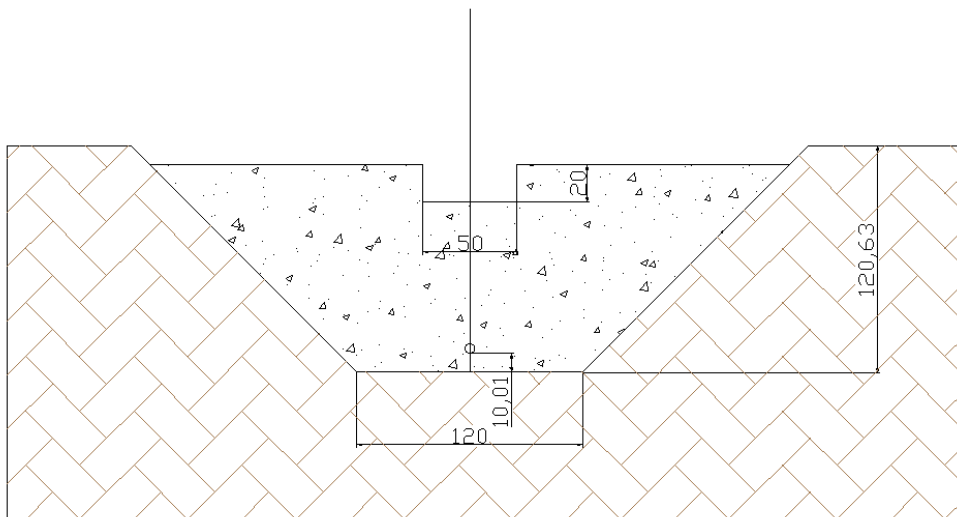


Figura 4-2: schema dello stramazzo terminale dei fossi di guardia con laminazione

Questo setto può essere integrato a valle con un pozzetto che permette l'innesto di una tubazione per il raggiungimento del corpo idrico ricettore qualora questo non si trovi nelle immediate vicinante della sezione terminale del fosso.

In taluni casi la pendenza del terreno può essere tale da limitare la capacità di invaso dei fossi. Per questa ragione si prevede la posa di setti intermedi in calcestruzzo, dotati di sfioratore superficiale da cui sfiora la precipitazione durante l'evento meteorico e di un foro sul fondo per lo svuotamento dei fossi.

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:

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

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

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

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).

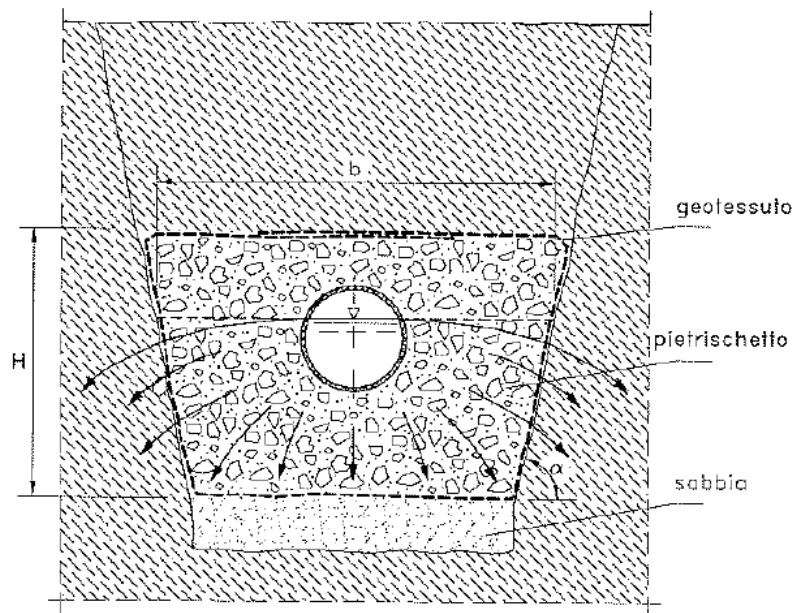
Fatta eccezione delle zone di rispetto dei pozzi esistenti destinati al consumo umano e alle zone di tutela assoluta delle aree di salvaguardia delle risorse idriche destinate al consumo umano, i sistemi di dispersione saranno utilizzati su tutto il tracciato nei tratti tra le progressive indicate in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

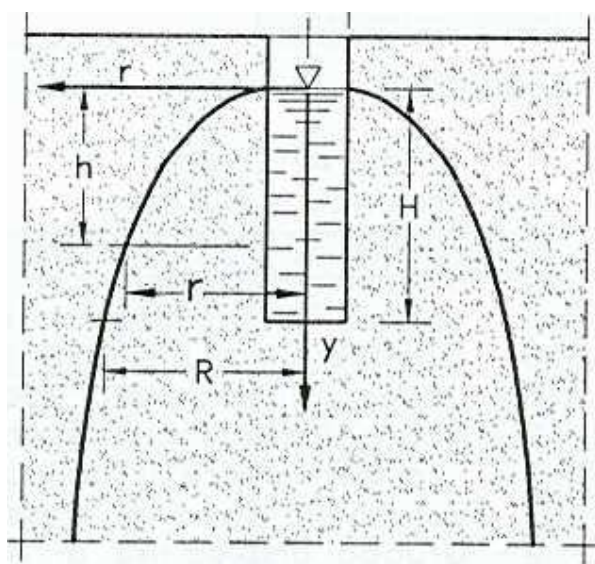
A tale sistema di dispersione si associa un'efficienza pari al 70% per tenere conto del suo funzionamento a lungo termine.

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.

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

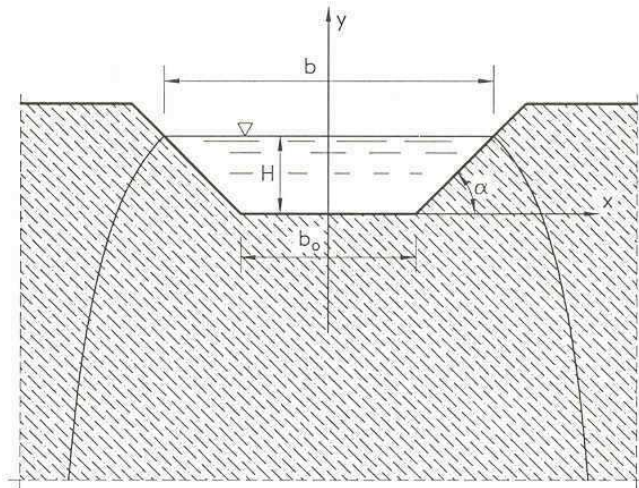
A tale sistema di dispersione si associa un'efficienza pari al 70% per tenere conto del suo funzionamento a lungo termine.

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_0 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:

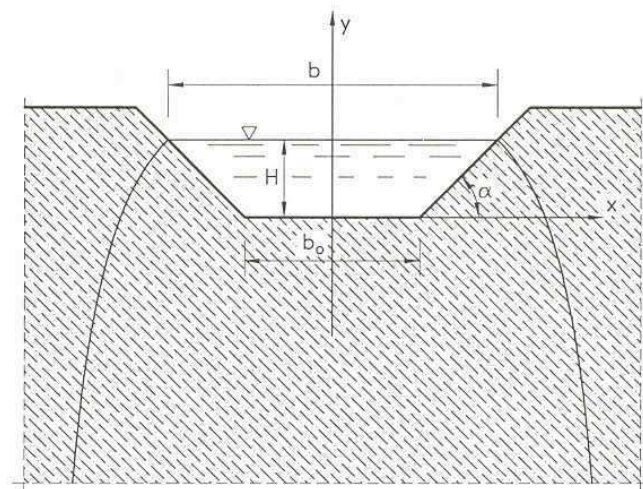
- Fosso largo sul fondo 0.5 m altezza 0.5 m: dispersione 0.15 l/s m;

- 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 diaframma 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..

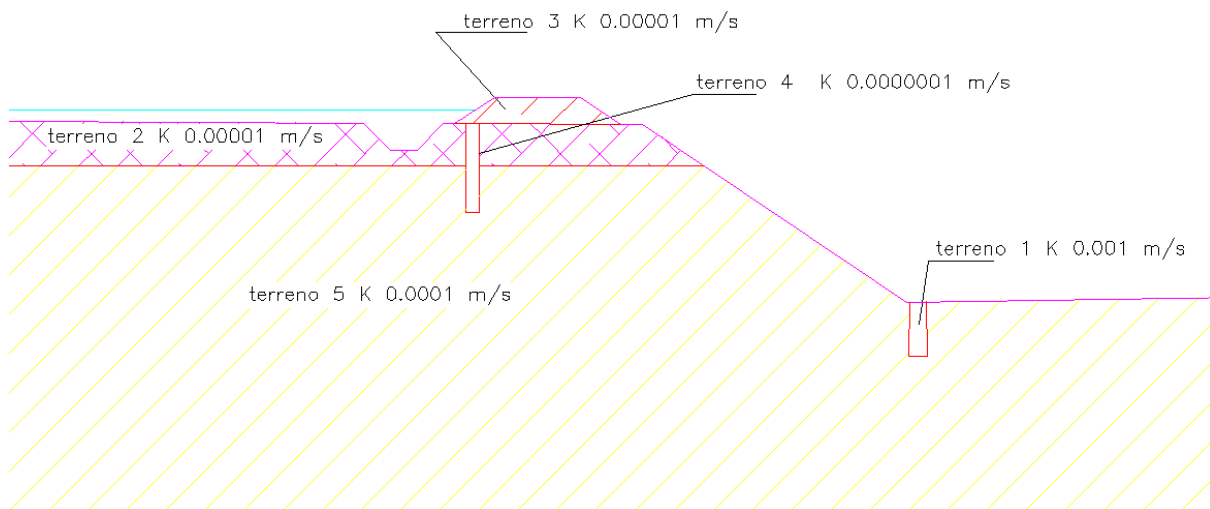


Figura 5-1 : schema di verifica alla filtrazione del rilevato a protezione delle trincee

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

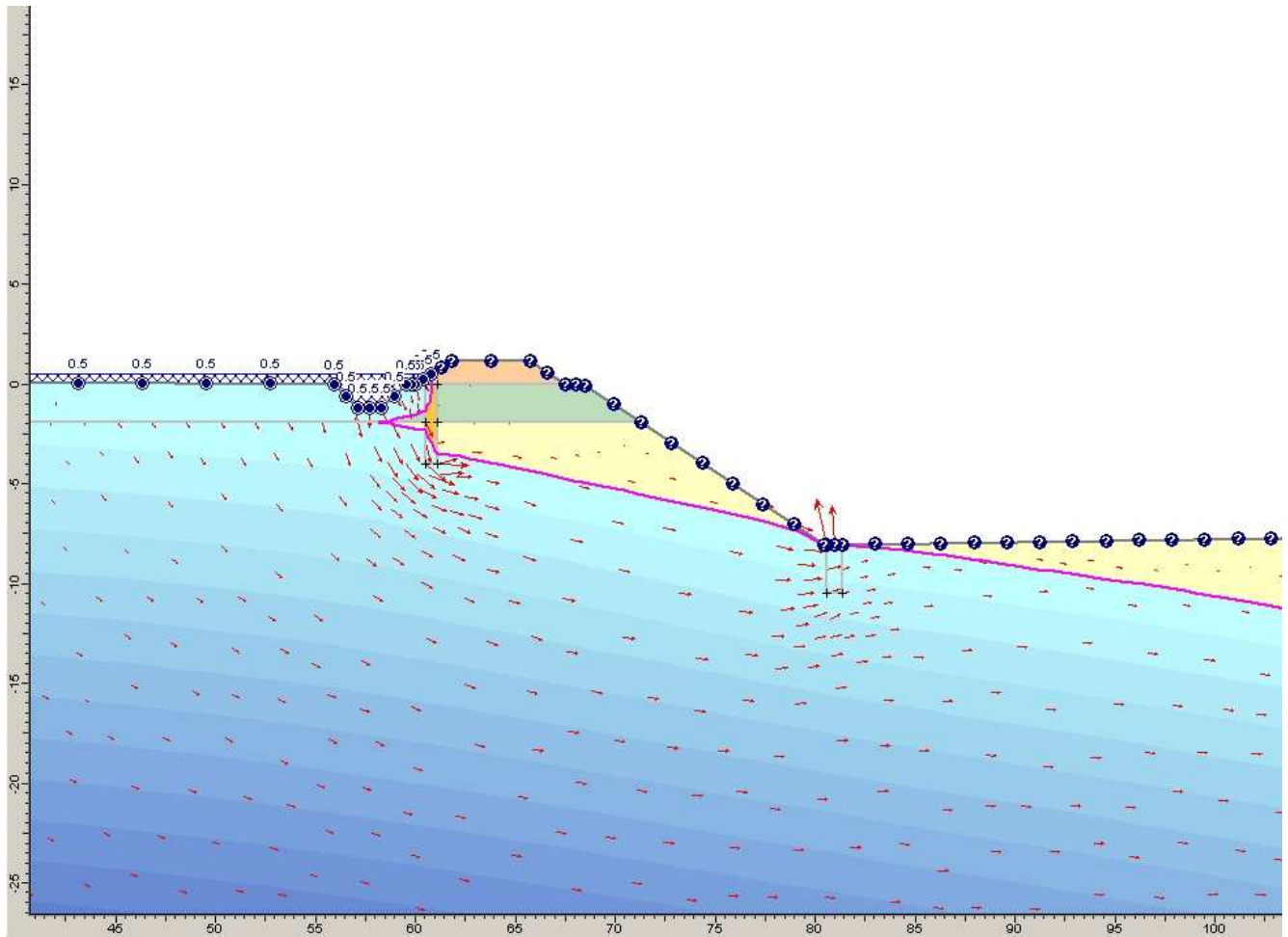


Figura 5-2 risultato della verifica alla filtrazione del rilevato a protezione delle trincee con diaframma plastico.

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 aumenterebbero a massimi 90 l/s, con conseguenti aumenti di costo.

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:

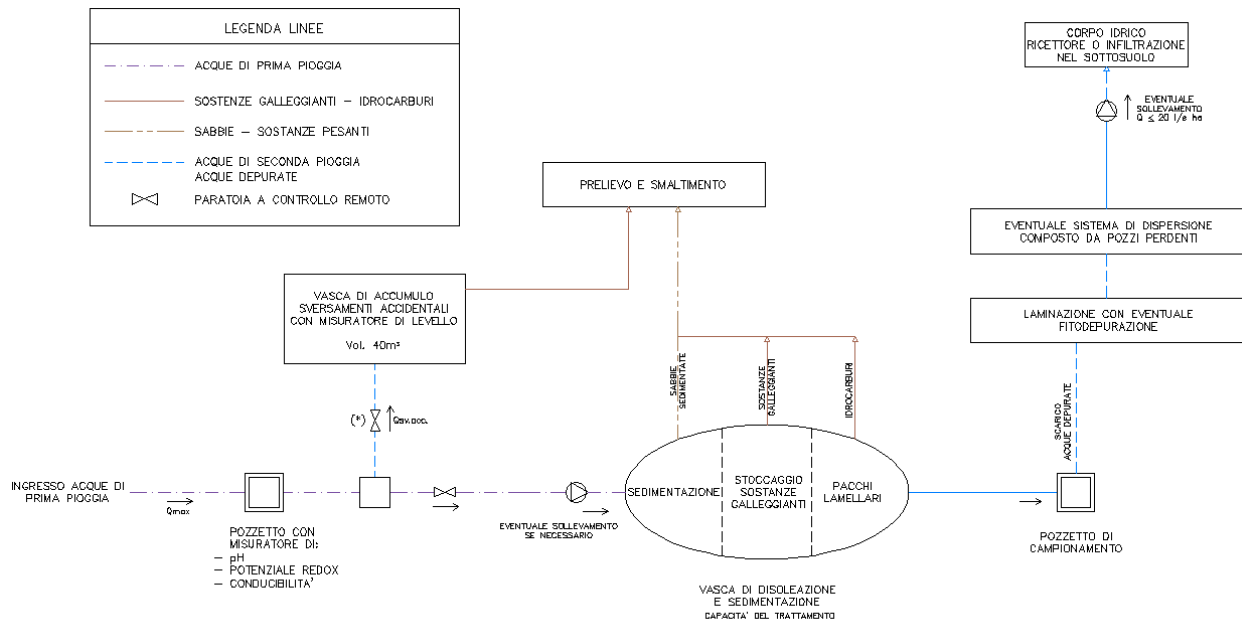


Figura 6-2: schema smaltimento acque di prima pioggia

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;

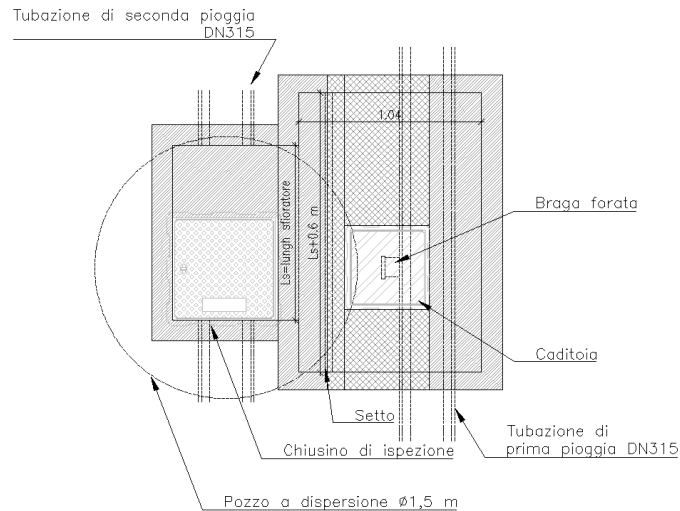


Figura 6-3 Pozzetto sfioratore nel caso di viabilità in trincea

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 infiggere 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.

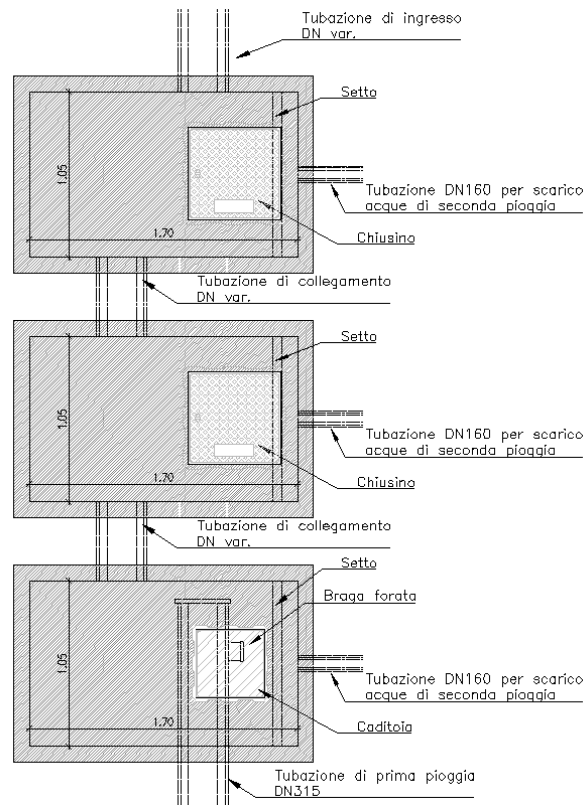


Figura 6-4 Pozzetto sfioratore nel caso di viabilità in rilevato

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.

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

I trattamenti primari e secondari di dissabbiatura e disoleatura sono stati 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 l/s.

In Figura 6-5 è riportato lo schema del sedimentatore disoleatore da 30 l/s

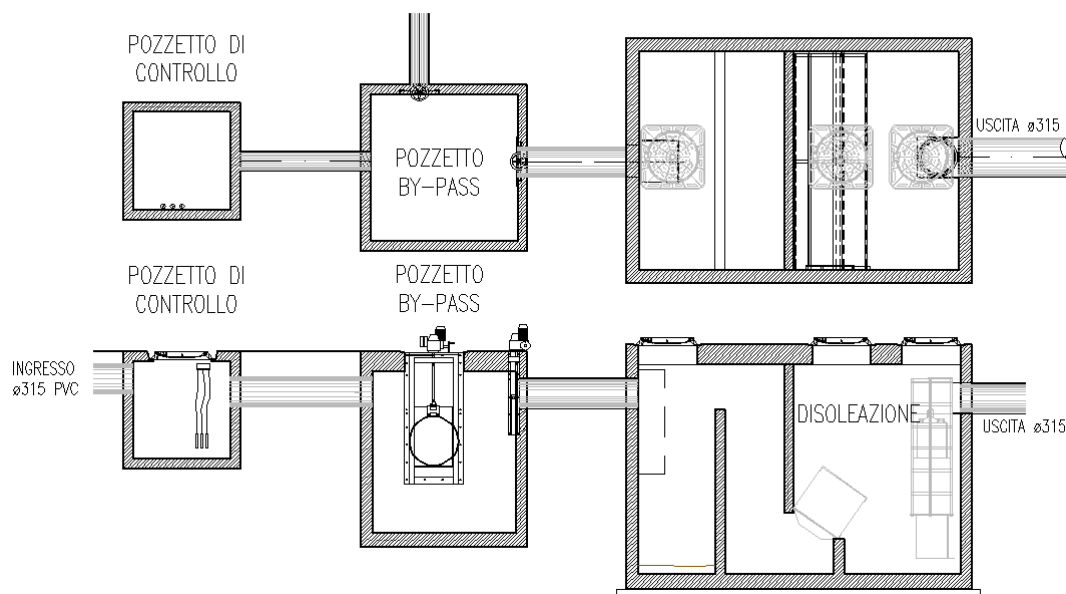


Figura 6-5: schema del sedimentatore disoleatore da 30 l/s

Le vasche saranno prefabbricate di forma parallelepipedica, monoblocco (complete di soletta di copertura inclusa nella struttura), realizzata in calcestruzzo armato ad alta resistenza, carrabile mezzi pesanti, con velette interne di sostegno dei pacchi lamellari e deflettore in ingresso. Saranno fornite inoltre con manicotti in PVC per l'ingresso tubazioni e saranno dotate di N. 2 chiusini in ghisa in classe D400 $\varnothing 60$ cm, e 1 chiusino in ghisa in classe D400 $\varnothing 90$.

Le vasche sono realizzate in conformità alle norme UNI EN 858 e il calcestruzzo sarà del tipo AARS, conforme alla norma UNI 9156, Rck 60 N/mm².

Completano l'impianto:

- Deflettore frangiflusso in ingresso;
- Sistema di pacchi lamellari a coalescenza con relativi supporti e intelaiature di sostegno;
- Otturatore a galleggiante.

In Tabella 6-2 sono riportate le caratteristiche degli impianti per alcune taglie.

Taglia l/s	Grandezza Nominale (NS)	Configuratore disoleatore	Dimensioni esterne cm
30	30	S II I P	353x250x250
40	40	S II I P	442x250x250
50	50	S II I P	473x250x250
65	65	S II I P	495x250x250

Tabella 6-2: Caratteristiche degli impianti

6.3.1 Dimensionamento dei sistemi di dissabbiatura e disoleatura

Per il dimensionamento del decantatore si considera un volume specifico di 100 l per ogni l/s di taglia, conformemente a quanto previsto dalla norma EN 858 ed un carico idraulico superficiale massimo 6-8 m/h.

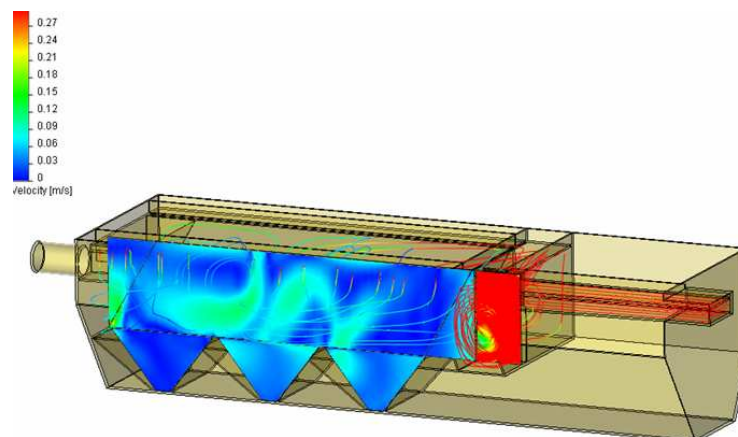


Figura 6-6: Andamento delle velocità del refluo all'interno dell'impianto di trattamento ricavate con il modello matematico.

In linea generale, il dimensionamento del sistema di disoleazione proposto, prevede il mantenimento del regime laminare all'interno dei pacchi lamellari in modo da avvicinarsi il più possibile alle condizioni ottimali di separazione delle particelle leggere.

La verifica del comportamento idraulico dei separatori proposti è stata eseguita anche con l'ausilio di modelli matematici (Figura 6-6).

6.3.2 Principio di funzionamento

I decantatori – separatori di idrocarburi sono progettati per trattare la portata di acque meteoriche di dimensionamento e comprendono:

- Uno scomparto decantatore
- Uno scomparto separatore

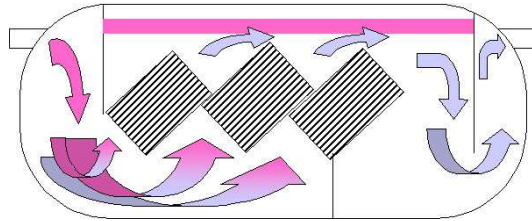


Figura 6-7 Indicazione del percorso fatto dal refluo all'interno dell'impianto

I manufatti prefabbricati possono essere forniti di raccordi adeguati alle tubazioni in entrata ed in uscita previste per la rete di drenaggio.

I separatori assicurano, attraverso un sistema coalescente lamellare, il pretrattamento delle acque inquinate dagli idrocarburi leggeri.

Queste strutture sono asportabili ed ispezionabili in modo da facilitare la manutenzione qualora fosse richiesto da operazioni di manutenzione straordinaria.

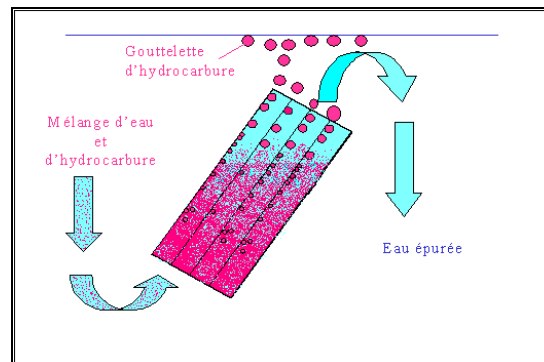


Figura 6-8: Schema di funzionamento dei pacchi lamellari

L'ordinaria manutenzione prevede la loro semplice pulizia con idropulitrice in occasione dei periodici interventi di normale manutenzione.

Il pacco lamellare sarà realizzato con il sistema di cellule a coalescenza, che permette la migliore aggregazione delle particelle leggere e la decantazione dei solidi, con ampi passaggi liberi.

Il materiale è quindi praticamente in intasabile e la resistenza minima a compressione è molto elevata, quindi i blocchi possono sopportare, senza alcun problema, sollecitazioni ben più elevate di quelle che si possono avere in occasione delle operazioni di pulizia tramite idropulitrice.

Rispetto alla soluzione di base si ha:

- Separazione degli idrocarburi in equicorrente.
- Analoghe luci di passaggio
- Materiale non composito e quindi più resistente all'usura con comportamento più stabile nel tempo

Al fine di evitare sversamenti in ambiente di sostanze galleggianti a causa di uno scarico accidentale di una grande quantità di sostanze leggere o per carenza di manutenzione, l'uscita del separatore è protetta da un otturatore automatico posto in corrispondenza di un'ispezione e comprende un galleggiante. Questo dispositivo, che ha lo scopo di chiudere lo scarico quando l'accumulo di materiale galleggiante ha superato le capacità di ritenzione del sistema, consente di meglio controllare l'accumulo delle sostanze separate e rende non necessario lo stoccaggio separato di queste sostanze.

6.3.3 Procedura di dimensionamento del separatore

L'apparecchiatura è dimensionata secondo quanto previsto dalla norma EN 858-1.

Il dimensionamento viene di norma eseguito, semplificando, con la seguente procedura.

- *definizione del diametro delle tubazioni*: definita la portata di trattamento, sulla base delle tabelle dimensionali. Il diametro del separatore di idrocarburi viene assunto, di norma, almeno pari a quello nominale delle tubazioni in ingresso.
- *definizione della superficie efficace di separazione*: sulla base della verifica che sia mantenuto il regime laminare all'interno delle cellule (questo definito con calcoli idraulici e modellazione) si è potuto verificare che queste condizioni sono raggiunte con una velocità ascensionale compresa tra i 6 e gli 8 m/h; la superficie necessaria alla separazione [mq] viene quindi definita come il rapporto tra portata [mc/h] e velocità ascensionale [m/h].
- *definizione del volume di blocchi lamellari*: il materiale prescelto per la realizzazione dei blocchi lamellari è caratterizzato, in funzione dell'inclinazione degli stessi e della configurazione dei condotti, da una determinata superficie specifica efficace. Il volume teorico [mc] dei blocchi lamellari risulta quindi dal rapporto tra superficie di separazione [mq] e superficie efficace specifica [mq/mc].

- *configurazione dei blocchi*: la definizione del numero dei blocchi viene effettuata partendo dalle misure standard del prodotto ottimizzando, per via iterativa, i costi di produzione dell'insieme equipaggiamenti, pacchi lamellari e supporti.
- *altri criteri*: si valuta idraulicamente che non si presentino zone di decantazione, che vengano mantenuti i volumi richiesti per lo stoccaggio degli idrocarburi che l'otturatore intervenga.

6.3.4 Considerazioni sui sistemi coalescenti

Per favorire l'aggregazione delle sostanze leggere e facilitare la rapida risalita delle gocce di aumentata dimensione, vengono impiegati due tipologie di filtri coalescenti:

- Sistema a barriera spugnosa: si basa su due effetti:
 - I. Barriera per le particelle di dimensioni maggiori,
 - II. Aggregante per le particelle di minori dimensioni che riescono ad attraversare il filtro.

Nella realtà, esiste anche un effetto collaterale che è quello di trattenimento delle particelle all'interno della massa.

- Sistema coalescente lamellare

Il sistema a barriera spugnosa consente di ridurre le dimensioni del manufatto ma si può tranquillamente affermare che questa soluzione si presenta inadatta al trattamento di grandi portate.

I sistemi lamellari sono pressoché insensibili alla presenza di solidi, mantengono una migliore costanza di rendimento senza richiedere, in alcun caso, la sostituzione del filtro.

Nel diagramma sottostante, si riportano i risultati comparativi eseguiti in un test di prova per la certificazione NF di due separatori: la serie RHIN è dotata di filtro a barriera coalescente mentre la serie SHDC è dotata di pacco lamellare: si può facilmente notare come, in ogni condizione, il rendimento del sistema lamellare sia superiore a quello del sistema a barriera.

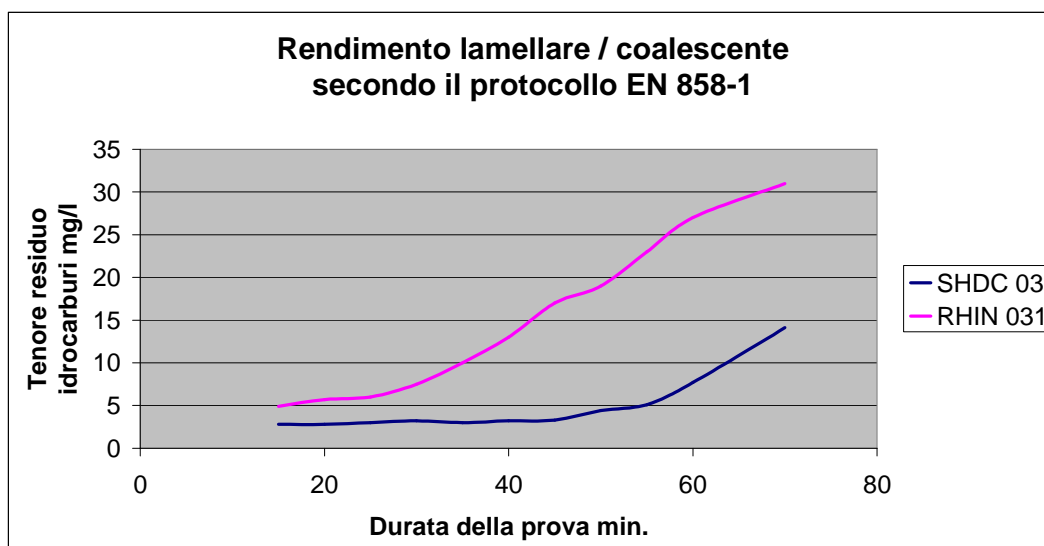


Figura 6-9: confronto tra le prestazioni di due separatori: la serie RHIN (filtro a barriera coalescente) e la serie SHDC (filtro a pacco lamellare).

La soluzione proposta impiega canali lamellari che hanno una altissima resistenza chimica e strutturale quindi con una assoluta garanzia di resistenza e durata in fase di manutenzione: ad esempio, i blocchi possono essere lavati con getti ad alta pressione senza alcun timore di danneggiamenti.

6.4 Pozzetto misuratore della qualità del refluo

Il pozzetto sarà posto in testa all'impianto di trattamento e realizzato in calcestruzzo carrabile mezzi pesanti. Al suo interno saranno alloggiare tre tipologie di sonde rilevatrici di inquinanti:

- misuratore di pH;
- misuratore di potenziale redox;
- cella di misura di conducibilità.

La natura dello sversamento accidentale può essere molteplice, con caratteristiche chimiche, fisiche ed organiche totalmente disomogenee. Questa grande casistica fa sì che non sia possibile con un'unica tipologia di sonda rilevatrice definire in modo soddisfacente le caratteristiche del liquido in ingresso, da qui nasce la necessità di prevederne di almeno tre tipologie.

Le sonde dovranno, per non danneggiarsi prematuramente essere poste sempre al bagnato, quindi il pozzetto dove sono alloggiare deve avere un sifone che permetta la stagnazione del refluo anche al termine dell'evento meteorico. Il sifone avrà delle dimensioni tali che non permettano la sedimentazione o la cattura di oli al suo interno.

6.5 Pozzetto scolmatore e ripartitore

Questo elemento verrà realizzato in conformità alle norme UNI EN 858 con una vasca prefabbricata parallelepipedica, monoblocco (complete di soletta di copertura inclusa nella struttura), in calcestruzzo armato ad alta resistenza (tipo AARS, conforme alla norma UNI 9156, Rck 60 N/mm²), carrabile mezzi pesanti.

Il manufatto, posto a valle del pozzetto misuratore, sarà munito di due paratoie in acciaio inox AISI 304 che si attiveranno automaticamente qualora venga rilevato uno sversamento accidentale. In questo caso la paratoia che presidia l'ingresso all'impianto di trattamento si chiude, mentre quella che blocca l'accesso alla vasca di onda nera si apre, permettendo alla sostanza inquinante di entrarvi, per essere poi analizzata e smaltita con le procedure più appropriate.

6.6 Vasca di accumulo degli sversamenti accidentali

La vasca di accumulo degli sversamenti accidentali verrà realizzata in conformità alle norme UNI EN 858, con una vasca prefabbricata parallelepipedica, monoblocco (complete di soletta di copertura inclusa nella struttura), in calcestruzzo armato ad alta resistenza (tipo AARS, conforme alla norma UNI 9156, Rck 60 N/mm²), carrabile mezzi pesanti.. Avrà un volume utile complessivo pari a 40 m³.(dimensioni esterne 850x250x250 cm) Dovrà essere mantenuta vuota durante il funzionamento normale dell'impianto e si potrà riempire solo durante il funzionamento anomalo.

Al verificarsi di uno sversamento accidentale entrerà in funzione la paratoia del pozzetto scolmatore e ripartitore che, aprendosi, permetterà che lo sversamento sia convogliato all'interno della stessa.

In Figura 6-10 uno schema della vasca.

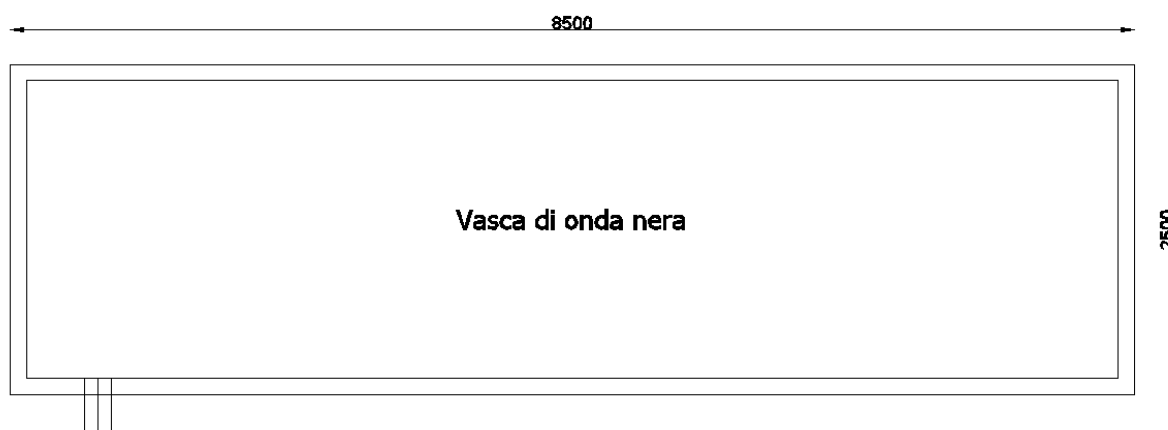


Figura 6-10: schema di vasca versamenti accidentali di tipo prefabbricato

6.7 Impianto trattamento acque provenienti dai caselli

Per il trattamento delle precipitazioni che insistono sulle aree occupati dai caselli si utilizza un altro tipo trattamento delle acque, in particolare si è scelto di installare impianti chiusi che trattano solamente l'acqua di prima pioggia. In questa conformazione gli elementi che compongono l'impianto sono sostanzialmente due: la vasca di prima pioggia e l'impianto per la sedimentazione - disoleazione, quest'ultimo dimensionato come descritto al paragrafo 6.3.1.

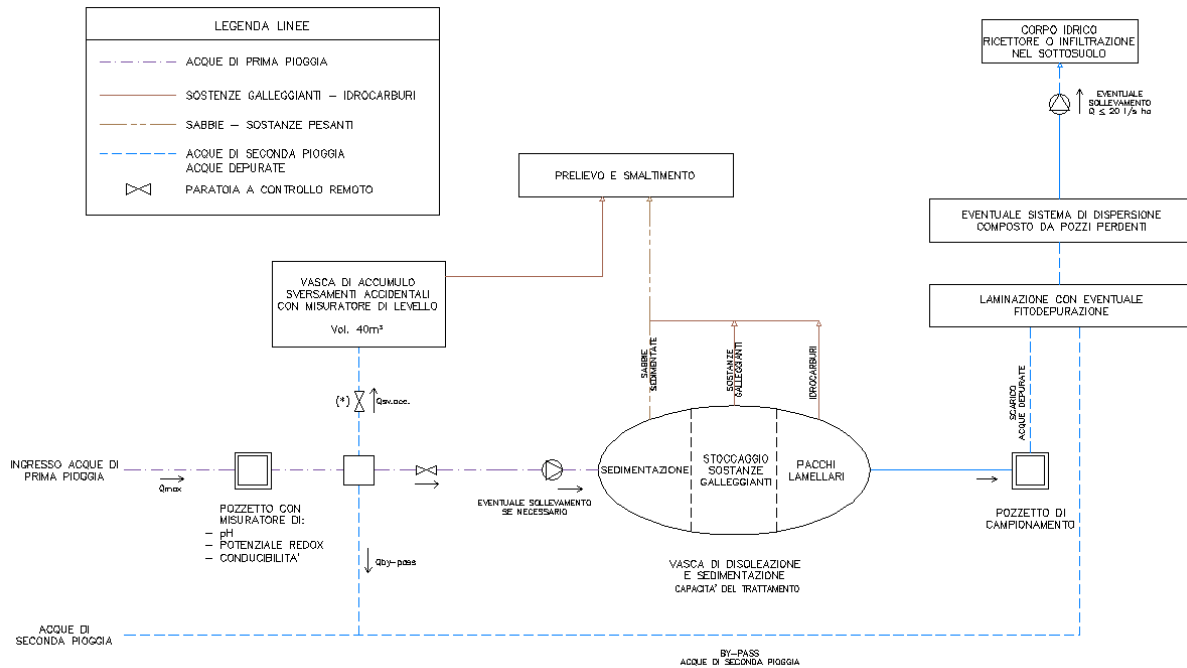


Figura 6-11: Schema di funzionamento dell'impianto di trattamento nei caselli

6.7.1 Vasca di prima pioggia

Tale manufatto sarà realizzato in conformità alle norme UNI EN 858, con una vasca in cemento armato precompresso, monoblocco (complete di soletta di copertura inclusa nella struttura), in calcestruzzo armato ad alta resistenza (tipo AARS, conforme alla norma UNI 9156, Rck 60 N/mm²), carrabile mezzi pesanti.

Ha lo scopo di accumulare e stoccare solamente i primi 5 mm di precipitazione che insistono sull'area afferente all'impianto. Questo invaso, che dovrà essere svuotato, come da normativa, entro 48 h dall'inizio dell'evento, sarà dotato di un galleggiante all'ingresso che interromperà il flusso una volta che la vasca risulta piena, dirottando verso i corpi idrici ricettori le acque di seconda pioggia. Questo primo passaggio del trattamento ha lo scopo di effettuare una prima sedimentazione-disoleazione del refluo, prima che questo venga pompato in un altro manufatto di sedimentazione e disoleazione in grado di trattare la

portata in continuo. Il passaggio delle acque “pulite” dalla vasca di prima pioggia al pozzetto di sollevamento avviene tramite un particolare dispositivo costituito da una tubazione flessibile di ripresa, collegata alla parte inferiore di un galleggiante che rimane immediatamente sotto lo strato di sostanze grasse flottanti, garantendo così la separazione degli inquinanti e la corretta evacuazione delle acque pulite. Lo smaltimento delle sostanze inquinanti che rimangono all'interno della vasca dovranno essere periodicamente smaltiti secondo procedure idonee.

A titolo di esempio le dimensioni di una vasca di prima pioggia con una capacità di 400 mc e un impianto di sollevamento da 20 l/s sono: 13 vasche da 820x250x250 cm.

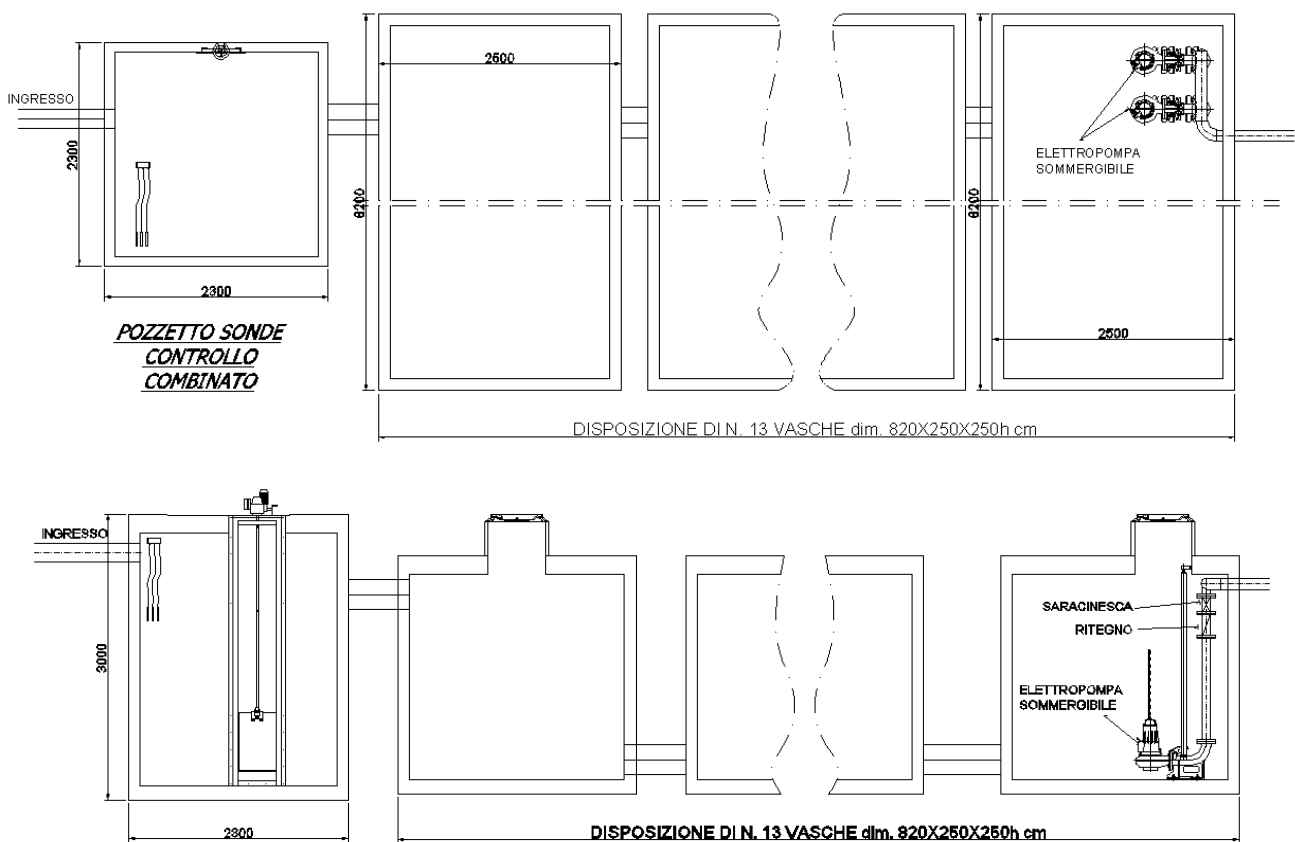


Figura 6-12: Schema di una vasca di prima pioggia da 400 mc

6.7.2 Impianto di disabbatura e disoleazione

Questo manufatto sarà del tutto analogo a quello descritto al paragrafo 6.3 e per una portata in ingresso di 20 l/s ha queste dimensioni esterne: lunghezza 380 cm, larghezza 135 cm e altezza 190 cm.

L'impianto sarà completato da una vasca di onda nera (identica a quella del caso precedente) e da un pozzetto di controllo sversamenti accidentali che ingloba il pozzetto

misuratore della qualità del refluo e pozzetto scolmatore e ripartitore descritti ai paragrafi 6.4 e 6.5.

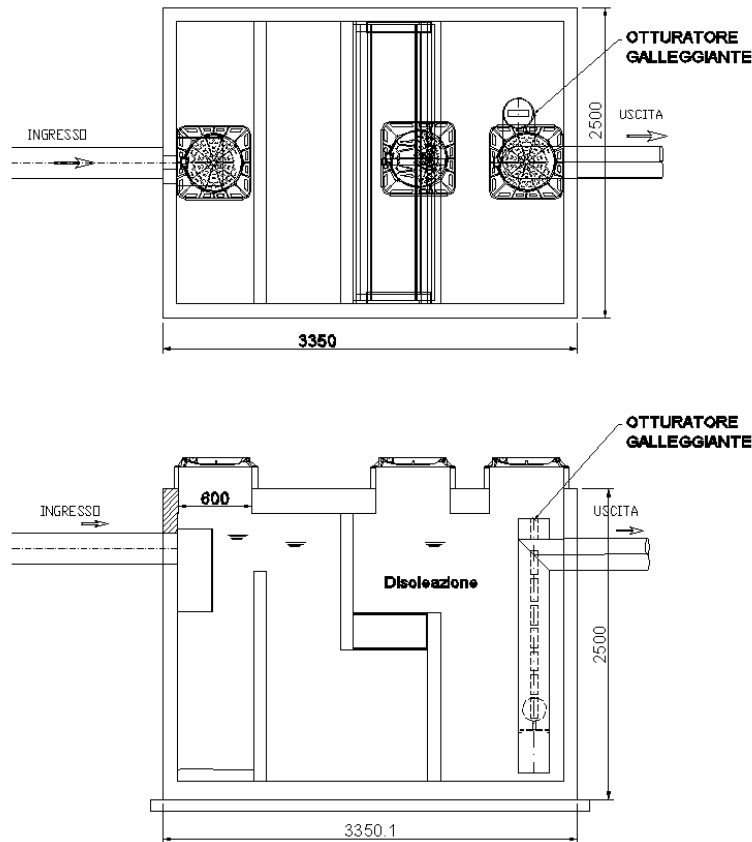


Figura 6-13: Schema del sedimentatore disoleatore da 20 l/s

6.8 Eventuale sollevamento

Al termine della fase di trattamento meccanico è prevista, qualora la morfologia del sito non permetta il deflusso a gravità, la costruzione di un impianto di rilancio, in grado di sollevare le acque trattate ad una quota idonea a consentire il successivo deflusso nella rete di drenaggio. Tale eventualità riguarda i tratti in trincea.

6.9 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 $0,3 - 0,7 \text{ gr N/mq} \times \text{d}$ (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).

6.9.1 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.

6.9.2 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.

6.9.3 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 ecedente 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.

6.9.4 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 F PK 54+755 – 55+495

Il tratto in oggetto fa parte integrante del Lotto 3 della nuova viabilità denominata “Superstrada a pedaggio Pedemontana” e si sviluppa dalla progressiva 54+755 fino alla 55+495.

Il tracciato del lotto 3F - lungo meno di 1 km - si trova interamente sul territorio del comune di Riese Pio X, in provincia di Treviso.

Il nuovo percorso riguarda lo svincolo della Pedemontana e ricalca per la maggior parte il sedime della viabilità esistente, a meno delle rampe di collegamento alla superstrada.

Il trattamento delle acque di prima pioggia dell’asse principale sarà affidato a due impianti di trattamento in continuo (posti all’interno delle piazzole di sosta) e uno di tipo chiuso.

9.1 Impianti lungo l’asse principale

La distribuzione spaziale degli impianti è stata dettata, oltre che dai già citati motivi plano-altimetrici, anche dalla presenza di gallerie e ponti dove non è possibile far scorrere le tubazioni di prima pioggia. Per queste ragioni non è stato possibile omogeneizzare le aree e quindi gli impianti risultano di dimensioni diverse.

Come detto le varie vasche del trattamento sono posizionate nelle piazzole di sosta, distinguendo due casi:

1. Tratto in rettilineo: vengono posati due impianti distinti, uno per carreggiata. In questo caso ogni piazzola avrà anche la sua vasca di onda nera.

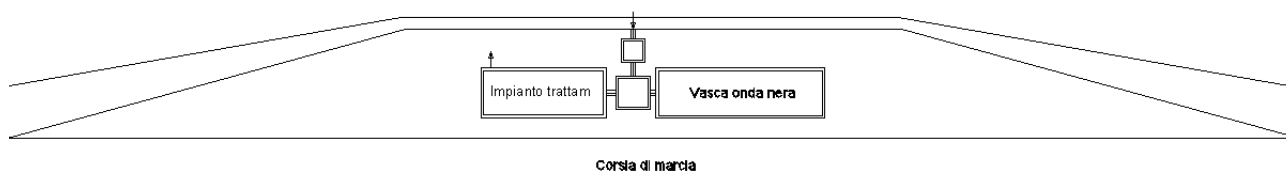


Figura 9-1: Disposizione dell’impianto di trattamento nel caso di tratti in rettilineo.

2. Tratto in curva: in questa situazione entrambe le carreggiate scaricheranno in un impianto posato in una piazzola realizzata all’interno curva. Qualora non sia possibile un impianto di opportune dimensioni, quest’ultimo sarà quindi costituito da due vasche di trattamento in grado di smaltire correttamente tutta la portata in arrivo dalla sede stradale. In mezzo a queste sarà collocata una sola vasca di onda nera.

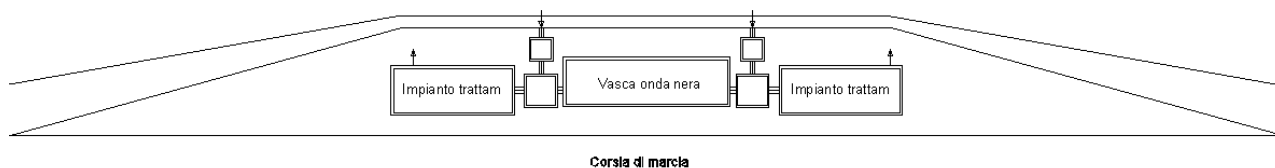


Figura 9-2: Disposizione dell'impianto di trattamento nel caso di tratti in curva.

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)
2-F-1	54+900	55+050	150	55+050	30
2-F-2	54+900	55+250	350	55+250	30

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

9.2 Svincolo di Riese

Lo svincolo di Riese (pk 54+755 – 55+495) si trova in rilevato in un tratto dove la superstrada scorre in una profonda trincea naturale. Per questa ragione le acque che insistono sulle rampe di accesso al casello vengono convogliate verso l'asse principale con i pozzetti di prima e seconda pioggia analoghi a quelli dell'asse principale.

All'interno del ricciolo della rampa di decelerazione per l'accesso alla barriera di esazione viene ricavato un bacino per la laminazione di una parte dell'asse principale.

9.3 Impianto casello Riese

Il casello di Riese si trova in rilevato e il trattamento è affidato ad un impianto di tipo chiuso (paragrafo 6.7). L'area destinata alla barriera è di circa 1.1 ha, per cui la vasca di prima pioggia deve avere un volume interno netto di circa 60 mc per accumulare i primi 5 mm di precipitazione.

Questo accumulo, che deve essere svuotato secondo normativa entro le 48 ore successive all'evento, ha il compito di effettuare una prima sedimentazione dei solidi sospesi presenti nel refluo, prima che questo venga pompato all'impianto di sedimentazione-disoleazione per il trattamento finale. L'impianto di disoleazione, del tutto simile a quello utilizzato per l'asse principale, sarà di 10 l/s.

Nelle immediate vicinanze della barriera di esazione si realizza un parcheggio scambiatore (superficie 0.2 ha), le cui acque di piattaforma vengono trattate con lo stesso metodo appena descritto. La vasca di prima pioggia ha un volume minimo di 10 mc e il disoleatore è da 10 l/s.

Al termine del processo di pulizia l'acqua è scaricata all'interno di un bacino di laminazione, dove vengono dirottate anche le acque di seconda pioggia. L'invaso verrà svuotato gradualmente tramite un sistema di pompaggio tarato su una portata fissata di 20 l/s per ettaro di superficie scolante, in modo da garantire un limitata alterazione del deflusso nel corpo idrico ricettore. Il volume del bacino è stato stimato, come descritto al paragrafo 4.3.4, utilizzando i dati di precipitazioni ricavate dalla stazione pluviometrica di Volpago ottenendo un volume di laminazione specifico di 603 mc/ha.

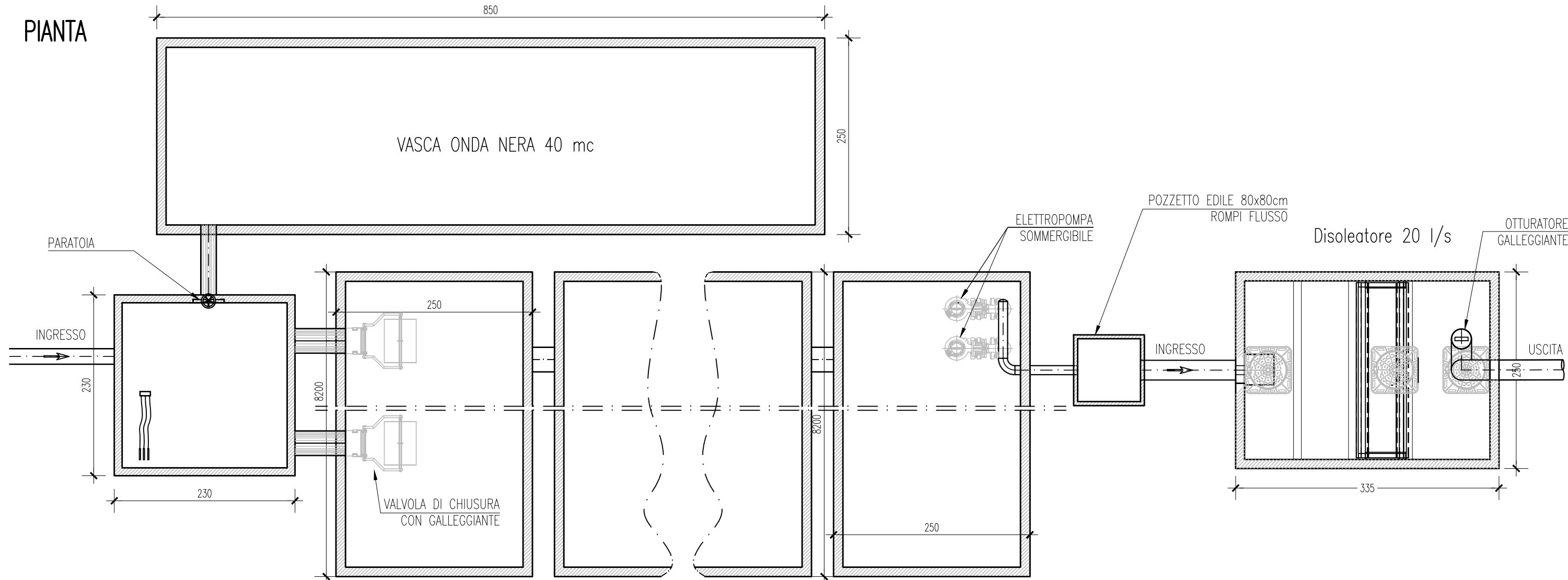
Di seguito si riportano le caratteristiche degli impianti:

	Area scolante	Vol prima pioggia	Disoleatore	Vol lam	Qout	N pompe	H pompe	Corpo idrico ricettore
	ha	mc	l/s	mc	l/s		m	
Casello	1.1	60	10	760	25	1+1	7	Scarico via Manzolino
Parcheggio	0.2	10	10					

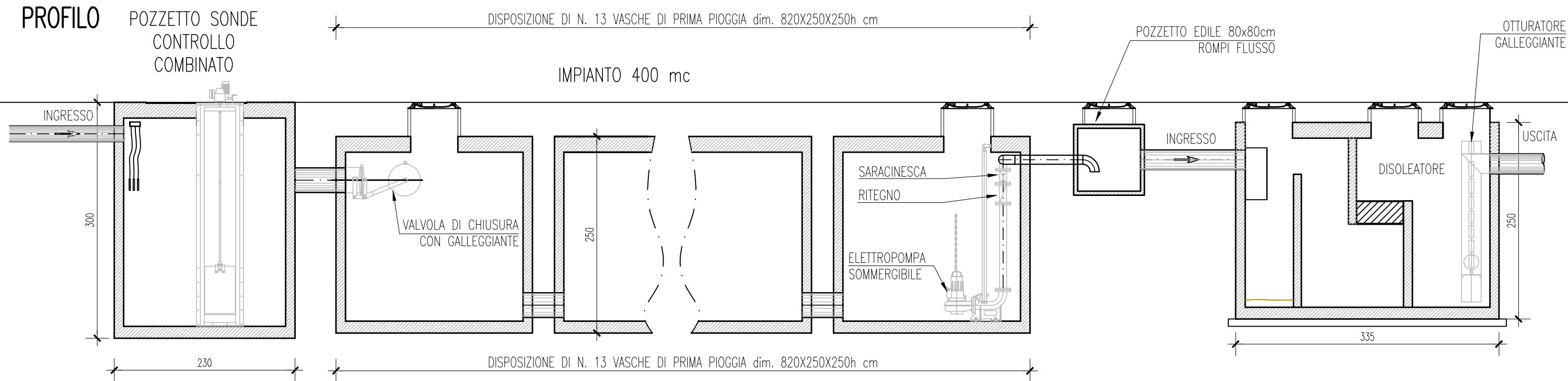
Tabella 9-2: Caratteristiche degli impianti di trattamento e vasche di laminazione

APPENDICE

PIANTA

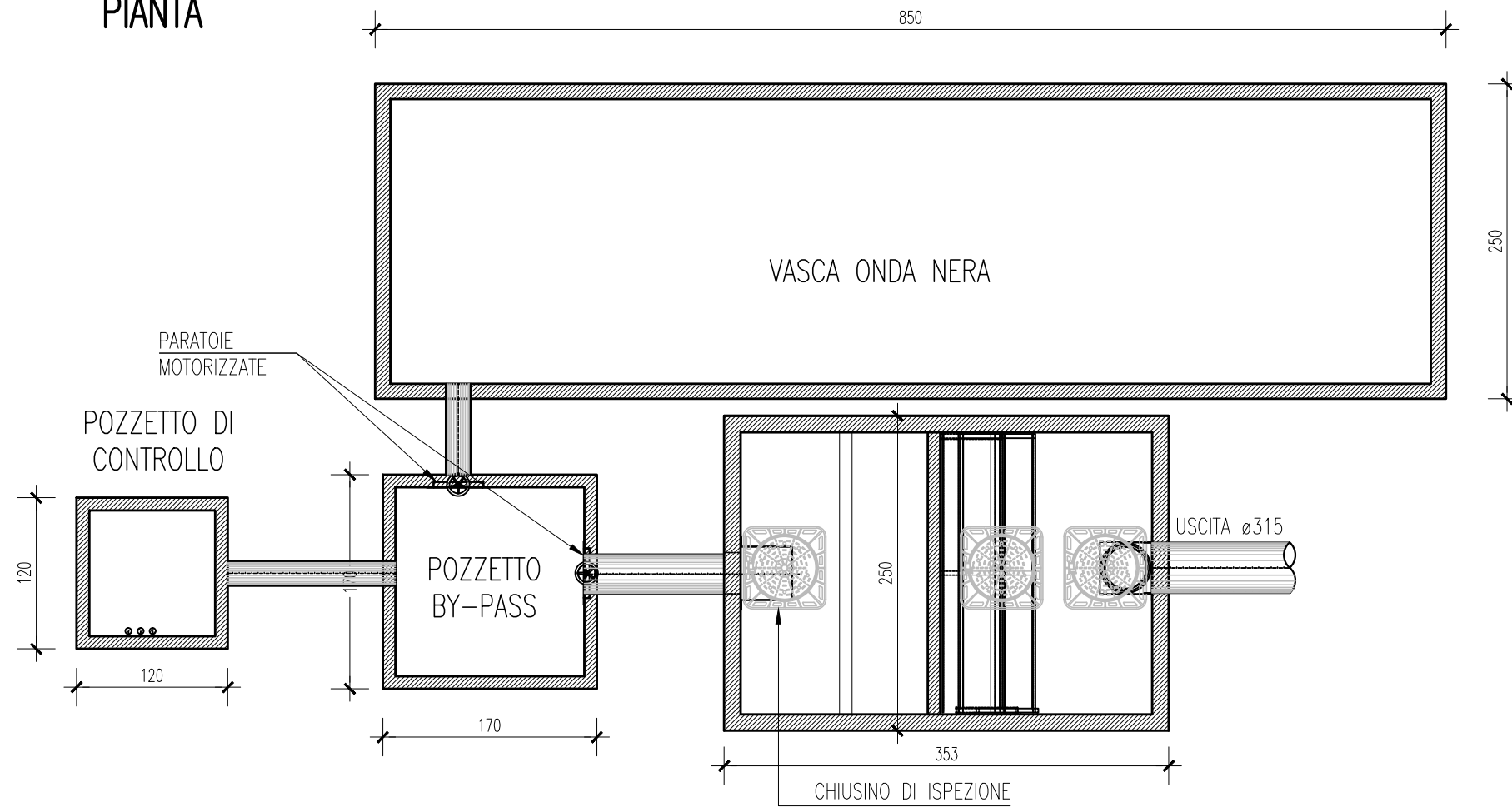


PROFILO

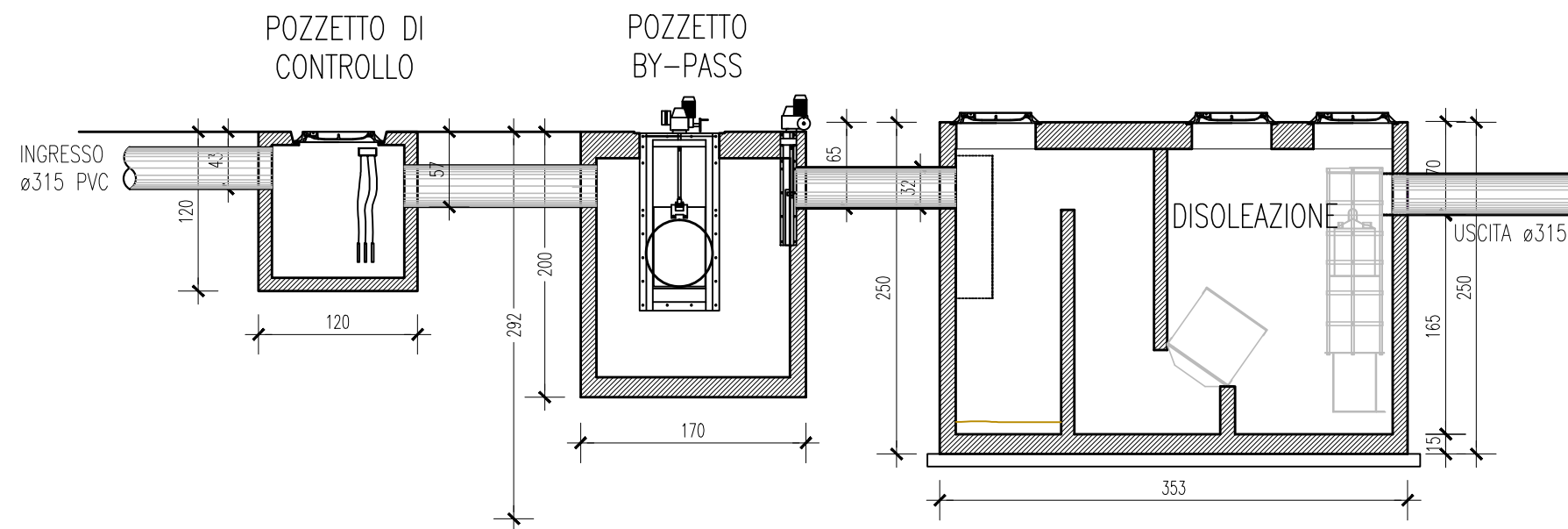


**SISTEMA TRATTAMENTO
CASELLI IN CLS 1:50**

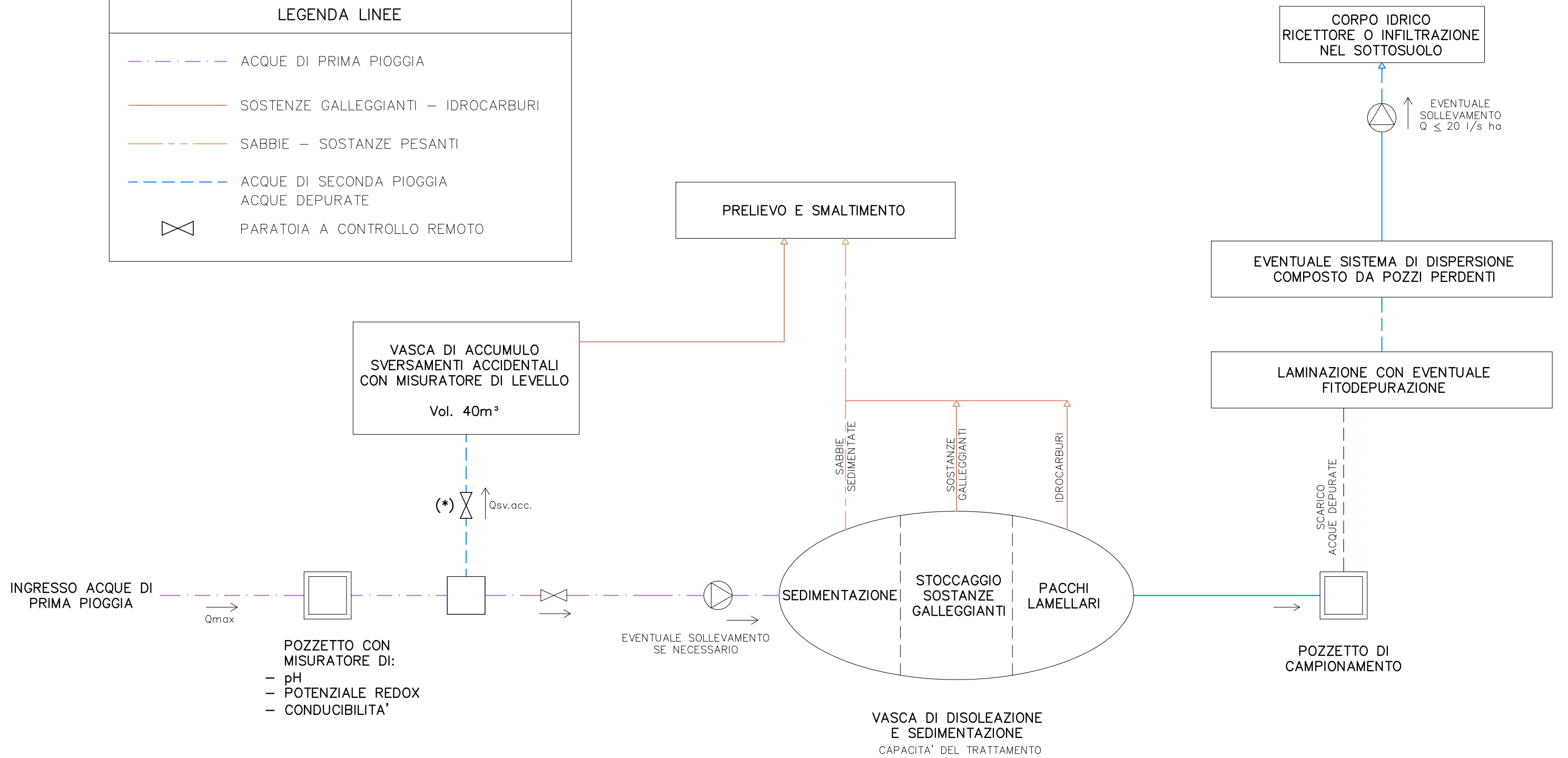
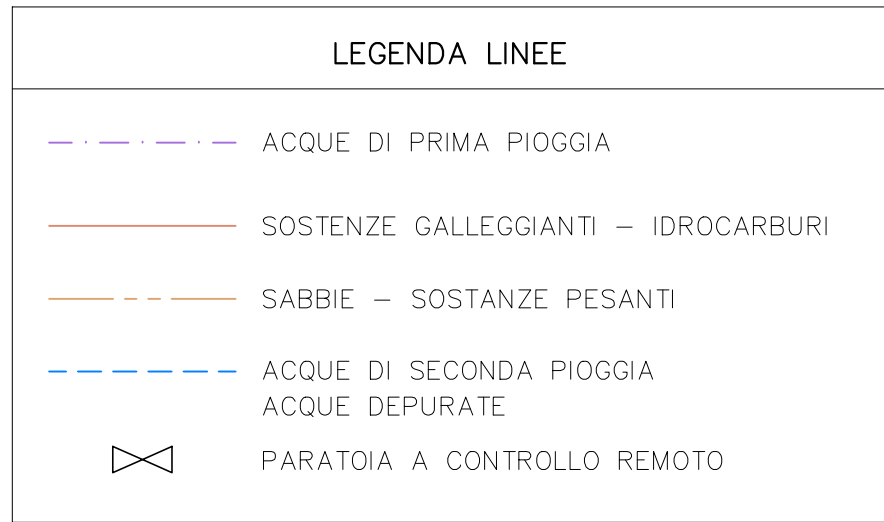
PIANTA



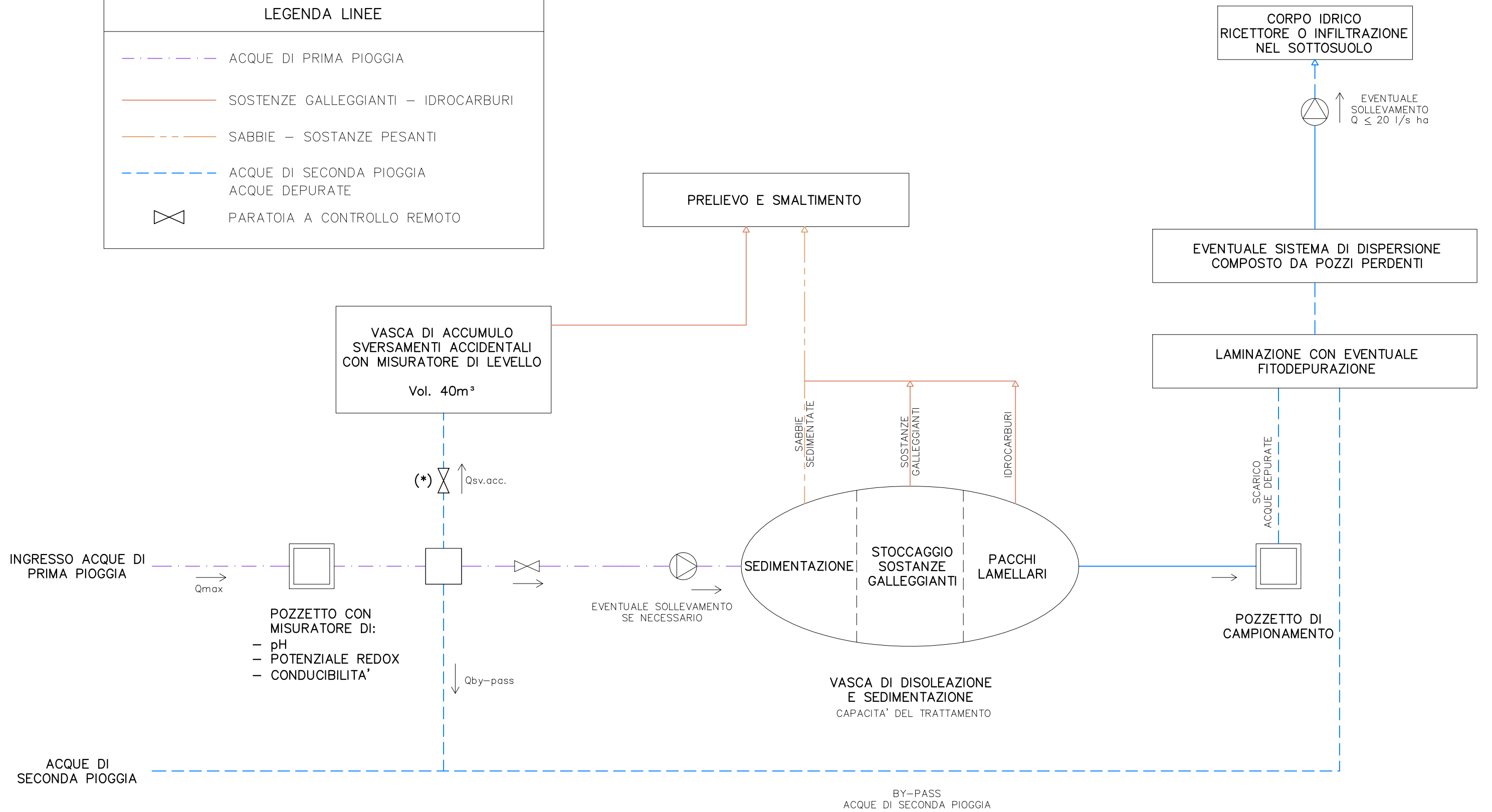
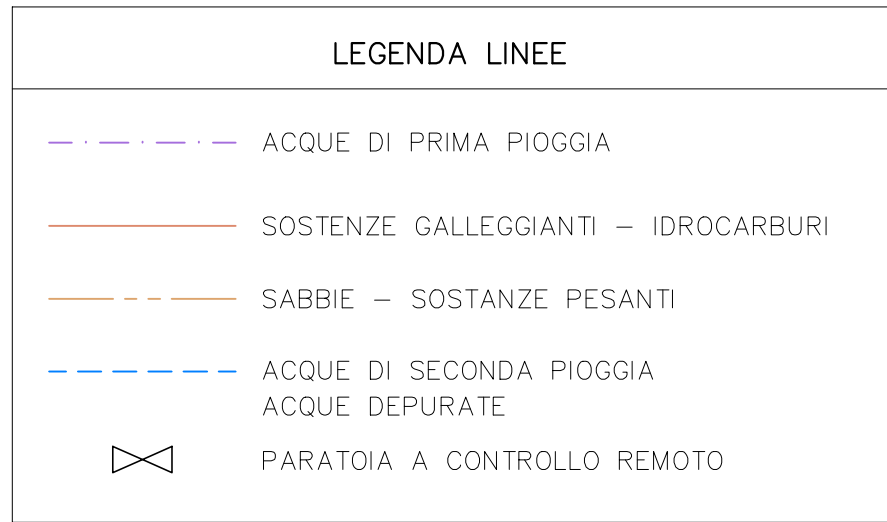
PROFILO



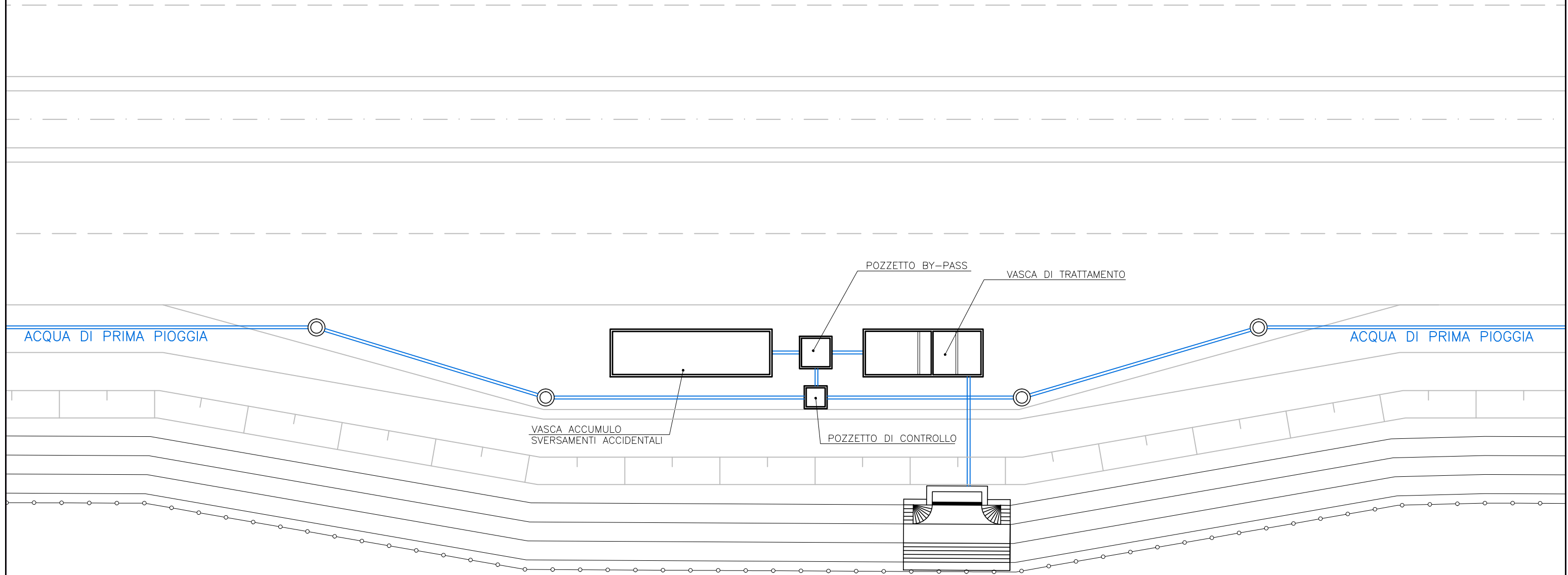
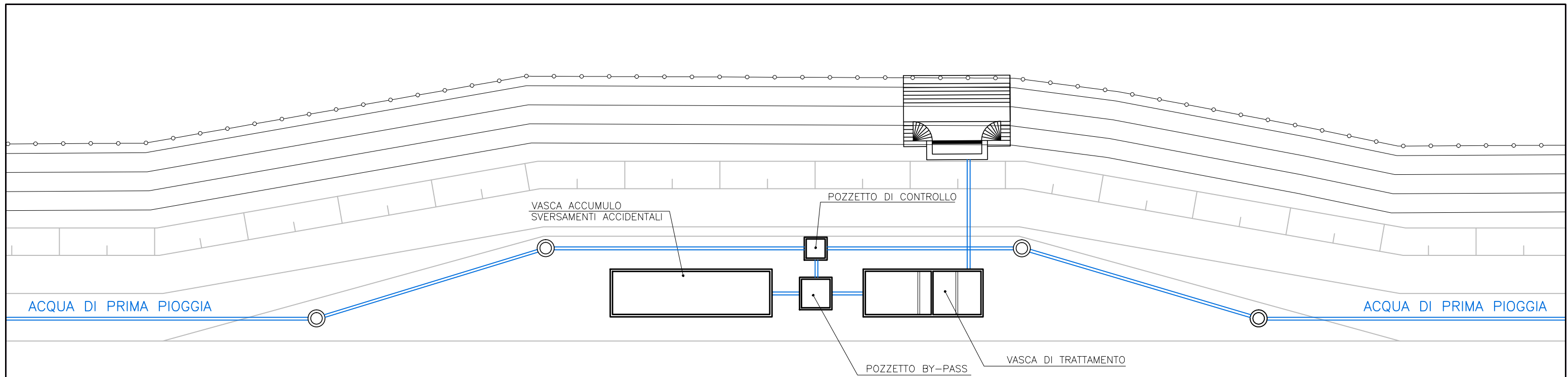
IMPIANTO DI TRATTAMENTO 30 I/s
PER ASSE PRINCIPALE 1:50



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



**SCHEMA A BLOCCHI
IMPIANTO TRATTAMENTO ACQUE
DI PIATTAFORMA PER CASELLI**



**IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE
ACQUE METEORICHE
STRALCIO PLANIMETRICO 1:200**