



PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA

POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

CUP F520C05000070003

GRUPPO DI PROGETTAZIONE (ATI):

SIS S.r.l. (MANDATARIA)
A&S Engineering S.r.l.
BONIFICA ITALIA S.r.l.
CO.RE. INGEGNERIA
OMNISERVICE Engineering S.r.l.



RESPONSABILI DI PROGETTO:

Prof. Ing. Antonio Bevilacqua
Ordine Ingegneri di Palermo n. 4058
Dott. Ing. Franco Persio Bocchetto
Ordine Ingegneri di Roma n. 8664
Dott. Ing. Vincenzo Calzona
Ordine Ingegneri di Roma n. 16656
Dott. Ing. Pietro Agnello
Ordine Ingegneri di Agrigento n. 543

RESPONS. INTEG. PREST. SPECIALISTICHE
Prof. Ing. Antonio Bevilacqua



UFFICIO DEL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Dott. Ing. Vincenzo Corallo

ASSISTENTE
Dott. Ing. Salvatore Dipasquale

IDROLOGIA E STUDI IDRAULICI Relazione idraulica


CODICE: PD-ID01-IDR-RE02-E

SCALA:

DATA: Aprile 2013


NOME FILE: PD-ID01-IDR-RE02-E .DOC

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Visto	Approvato
A	Luglio 2010	EMISSIONE PROGETTO DEFINITIVO	MICELI	COGLITORE	AGNELLO
B	Ottobre 2010	REVISIONE GIUSTA NOTA PROV. RG PROT. 052241 DEL 02/09/2010	MICELI	COGLITORE	AGNELLO
C	Febbraio 2011	REVISIONE GIUSTA NOTA PROV. RG PROT. 010159 DEL 18/02/2011	MICELI	COGLITORE	AGNELLO
D	Giugno 2012	REVISIONE GIUSTA D.R.S. N.132 DEL 01/03/2012	MICELI	COGLITORE	AGNELLO
E	Aprile 2013	REVISIONE GIUSTO VERB. C. S. DEL 20/02/2013 E AGG. A PREZZARIO REG.LE SICILIA 2013	MICELI	COGLITORE	AGNELLO

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

INDICE

1. PREMESSA	2
2. DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE IDRAULICHE PREVISTE	4
2.1. OPERE PER LA CONTINUITÀ DEL RETICOLO IDROGRAFICO E DI DIFESA IDRAULICA DEL CORPO STRADALE	4
2.2. OPERE DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE	4
2.2.1. Raccolta e allontanamento delle acque dalla piattaforma stradale	5
2.2.2. Struttura della raccolta e dell'allontana delle acque di piattaforma principale e secondarie di tipo 1	5
2.2.3. Struttura della raccolta e dell'allontana delle acque di piattaforma secodaria.....	6
2.3. TRATTAMENTO ACQUE DI PIOGGIA	6
2.3.1. Aspetti Generali	6
2.3.2. Struttura del sistema di trattamento acque di pioggia	8
3. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PER I DIVERSI TRATTI.....	9
3.1.1. Tratto 1 tra la S.S. 115 e la Rotatoria Pk 1+634	9
3.1.2. Tratto 2 tra la Rotatoria P.K. 1+634 e la Rotatoria Pk 6+263	12
3.1.3. Tratto 3 tra Pk 6+263, Svincolo aeroporto di Comiso e la Pk 8+888	17
3.1.4. Tratto 4 tra Pk 8+888 - Rotatoria Pk 11+036	21
3.1.5. Tratto 5 tra Rotatoria Pk 11+036– Innesso SS 514	23
3.1.6. Canalizzazione del Torrente Cava del Bosco all'altezza dell'area aeroportuale di Comiso 24	
4. DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE IDRAULICHE	32
4.1.1. Calcolo delle portate di drenaggio	32
4.1.2. Dimensionamento dell'interasse delle caditoie.....	34
4.1.3. Calcolo tubazioni di convogliamento	34
4.1.4. Dispositivi di sicurezza per l'intrappolamento degli oli e idrocarburi e presidi idraulici per il trattamento delle acque prima pioggia	35
4.1.5. Vasche di sicurezza.....	36
4.1.6. Le acque meteoriche dilavanti piattaforme stradali	37
4.1.7. Soluzione progettuale.....	43
4.1.8. Il sistema di filtraggio in continuo	44
4.1.9. Impianti di trattamento I.T.P.P. 15, 16, 17 e 18.....	51
4.1.10. Ubicazione e funzionamento delle vasche	54
4.1.11. Trincee disperdenti profonde	56
4.2. OPERE IDRAULICHE SULLA RETE DI DRENAGGIO NATURALE ESISTENTE	57
4.2.1. Verifica idraulica tombini	57
4.3. SIMULAZIONE IN MOTO PERMANENTE DEGLI EVENTI DI PIENA DEI TORRENTI CAVA FAVAROTTA, CAVA FONTANAZZA E CAVA DEL BOSCO.....	58
4.3.1. Il modello idraulico utilizzato per le simulazioni	58
4.3.2. Applicazione ai torrenti Cava Favarotta, Cava Fontanazza e Cava del Bosco – Stato ante operam	61
4.3.3. Applicazione ai torrenti Cava Favarotta, Cava Fontanazza e Cava del Bosco – Stato post operam	66

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

1. Premessa

Nella presente relazione si esporranno i criteri adottati per il dimensionamento e la verifica delle opere idrauliche che verranno realizzate per assicurare un corretto inserimento del tracciato stradale nel contesto del reticolo idrografico esistente.

Le opere idrauliche previste si dividono in:

Opere per la continuità del reticolo idrografico e di difesa idraulica del corpo stradale

Le opere per il mantenimento della continuità del reticolo idrografico consistono essenzialmente nella previsione di tombini e sistemazioni idrauliche in prossimità dei principali manufatti viari; le opere di difesa riguardano essenzialmente la realizzazione di fossi di guardia per la captazione e l'allontanamento delle acque di versante.

Opere di drenaggio del corpo stradale

Le opere di raccolta, convogliamento e scarico delle acque piovane ricadenti direttamente sulla viabilità principale quali cunette, caditoie e tubazioni di convogliamento agli impianti di trattamento;

Le opere di raccolta, convogliamento e scarico delle acque piovane ricadenti direttamente sulla viabilità secondaria quali cunette, caditoie e tubazioni. Le acque raccolte della viabilità di tipo 1 (7,0 m) subiranno trattamento delle acque di prima pioggia mentre le rimanenti secondarie non subiranno trattamenti.


Opere per il trattamento delle acque di pioggia

Opere di trattamento delle acque di pioggia provenienti dalla viabilità principale con l'ausilio di manufatti di sedimentazione flottazione e accumulo oli e idrocarburi (con capacità idonea ad intercettare eventuali sversamenti accidentali), e manufatti di accumulo e filtrazione finale acque atti ad abbattere i rimanenti inquinanti trasportati dalle acque di dilavamento del manto stradale.

Opere di trattamento delle acque di prima pioggia provenienti dalle viabilità secondarie di tipo 1. Infine opere di convogliamento ai recapiti finali.

Canalizzazione del Torrente Cava del Bosco all'altezza dell'area aeroportuale di Comiso

Allo stato attuale il Torrente Cava del Bosco, da quota 218,00 m s.l.m. a quota 191,00 m s.l.m., è incanalato in un canale in C.A., interposto tra il confine Nord-Ovest dell'area aeroportuale (in sinistra idraulica) e la Strada Provinciale n.5 (in destra idraulica), per uno sviluppo complessivo di circa 2.200 m.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Tale canale presenta varie criticità la più vistosa delle quali è rappresentata dalla non uniformità delle sezioni idrauliche lungo l'intero sviluppo del canale. Infatti, si succedono, da monte verso valle, sezioni trasversali che progressivamente si riducono di dimensione.

Si passa dai primi 330 m a sezione rettangolare di dimensioni 5,00 m x 2,00 m, a gli ultimi 750 m aventi una sezione rettangolare di dimensioni 1,60 m x 1,40 m.


Dalle simulazioni fatte in moto permanente con portate di colmo calcolati con tempi di ritorno pari a 200 anni, le sezioni risultano essere nettamente insufficienti, soprattutto superati i primi 330 m.

A tali criticità vi è il riscontro di innumerevoli allagamenti avvenuti negli anni passati a seguito di eventi piovachi di elevata intensità, con le acque che hanno invaso la carreggiata della strada provinciale e in parte l'area di confine dell'aeroporto.

Altre criticità riscontrate:

- passaggio dall'alveo naturale al canale. Tale passaggio avviene con una netta discontinuità. L'alveo viene interrotto dalla presenza di un manufatto a sezione rettangolare in c.a. provvisto di quattro tubi armici del diametro pari a 1000 mm disposti longitudinalmente rispetto all'alveo. Tale manufatto fa da tombino e permette il passaggio di una viabilità locale ortogonale all'asta del Torrente. Le acque dai tubi si gettano dentro il canale dovendo subito un cambio di direzione di 90 gradi, visto che il canale si trova disposto parallelamente alla viabilità sopradetta. E' evidente che prima la strozzatura costituita dai tubi armici e poi il brusco cambio di direzione costituiscono delle criticità che mettono facilmente in crisi il sistema;
- dopo circa 60 m vi un'ulteriore brusco cambio di direzione a 90 gradi. Il canale si affianca alla S.P.n.5;
- lungo il percorso si riscontrano, all'altezza dei diversi ingressi all'area aeroportuale, degli attraversamenti idraulici largamente insufficienti;
- nel tratto finale, all'altezza della attuale rotatoria di intersezione tra la S.P. n.5 e la S.P. n.4, le acque vengono incanalate in uno scatolare, avente dimensioni rettangolari 3,00 m x 1,90 m, che attraversa la rotatoria e convoglia le acque nel suo naturale alveo. Anche in questo caso siamo in presenza di dimensioni della sezione insufficienti al convogliamento delle portate di colmo.

Per tutte le considerazioni sopra esposte, si è ritenuto, in accordo con l'Amministrazione, di provvedere a mettere in sicurezza tutta la canalizzazione e ad ovviare alle criticità esposte.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

2. Descrizione sintetica delle opere idrauliche previste

2.1. *Opere per la continuità del reticolo idrografico e di difesa idraulica del corpo stradale*

Dove il tracciato stradale di progetto interferisce con il reticolo idrografico nasce l'esigenza di prevedere un'opera idraulica che abbia la funzione di permettere il libero transito delle acque di ruscellamento superficiale verso valle.

Le opere idrauliche idonee ad assolvere la funzione sopra richiesta sono essenzialmente i tombini stradali e le relative opere accessorie. In un sol caso, alla progressiva 5.060, l'interferenza viene risolta con la realizzazione di un ponte denominato Ponte Volpe.

Le interferenze sono state individuate attraverso lo studio del reticolo idrografico che ha permesso l'identificazione delle aste dei torrenti e degli impluvi secondari attraversati.

Le tipologie costruttive dei tombini sono due: tombini realizzati con tubazioni in acciaio ondulato (tubi armici) e tombini scatolari in c.a..


A corredo di tali attraversamenti vi sono tutta una serie di opere accessorie quali manufatti d'ingresso, gabbioni e materassini tipo reno a difesa dell'imbocco e dello sbocco che permettono e assicurano il buon inserimento delle opere e la durabilità della stessa.

Negli attraversamenti dell'asta principale dei torrenti Cava Favarotta, Cava Fontanazza e Cava del Bosco nonché nel Ponte Volpe (attraversamento di un'affluente in destra idraulica del Torrente Volpe) a corredo dei tombini si è reso necessario la sistemazione idraulica, subito a monte e subito a valle, dei torrenti stessi per permettere un ordinato deflusso delle portate di piena in modo tale da non creare pericolose interferenze con i rilevati stradali previsti.

Le opere di difesa del sedime stradale riguardano essenzialmente la realizzazione di fossi di guardia per la captazione, allontanamento e lo scarico nel recapito finale delle acque di versante.

Tali fossi di guardia saranno realizzati con cunettoni prefabbricati in calcestruzzo con sezione trapezia di diversa grandezza secondo le esigenze di captazione e di convogliamento. La pendenza di posa seguirà essenzialmente le pendenze del terreno. Per pendenze superiori i cunettoni verranno posti in leggero scavo raccordando le scarpate di scavo con le pareti laterali del manufatto con pendenze compatibili con le caratteristiche meccaniche dei terreni attraversati. Dove ciò non fosse possibile verranno posti dei gabbioni che proteggeranno il manufatto e impediranno problematiche di stabilità e di interrimento.

2.2. *Opere di drenaggio del corpo stradale*

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

2.2.1. Raccolta e allontanamento delle acque dalla piattaforma stradale

La tutela dell'ambiente impone un approccio progettuale che coniuga le esigenze di drenaggio della piattaforma stradale con la difesa dell'ambiente.

Secondo tale filosofia progettuale si è previsto la realizzazione di una rete di captazione e allontanamento delle acque di versante rigidamente separata da quella delle acque della piattaforma stradale principale e secondarie di tipo 1. La prima convoglieranno le acque di versante ai relativi recapiti naturali, la seconda consentirà la raccolta delle acque provenienti dalla sede stradale principale, l'adduzione, il trattamento ed in fine, il rilascio nel ricettore finale.

Tale separazione non riguarderà le viabilità secondarie, ad esclusione delle secondarie di tipo 1. in cui le acque di piattaforma verranno scaricate direttamente lungo il tracciato nei fossi di guardi, dove presenti, o direttamente nei terreni circostanti.

2.2.2. Struttura della raccolta e dell'allontana delle acque di piattaforma principale e secondarie di tipo 1


La struttura dello smaltimento delle acque dei diversi tronchi della viabilità principale prevede una rete di captazione e convogliamento a gravità verso un unico punto di raccolta dove sarà posizionato l'impianto di trattamento di riferimento.

Vista la netta divisione tra le acque di versante e acque di piattaforma che ha precluso la possibilità di scaricare le acque di piattaforma nei fossi di guardia, la scelta progettuale ha previsto la seguente struttura:

nelle sezioni stradali in trincea le acque incidenti sulla piattaforma verranno raccolte dalle cunette laterali e, quando la lunghezza dei tratti determina un apporto meteorico maggiore della capacità di adduzione delle cunette stessa, si scaricherà in caditoie e da queste in tubazioni di convogliamento, poste in asse alle cunette stesse, che colleghino le acque di piattaforma fino all'impianto di trattamento di pertinenza;

nei tratti in rilevato, le acque sulla sede stradale verranno raccolte lateralmente sulle banchine, intercettate con delle caditoie quanto la vena d'acqua defluente in carreggiata a bordo del cordolo raggiunga il limite imposto, un metro dalla cordolo per banchine da 1,75 m, e scaricate in tubazioni, poste a margine della carreggiata che colleghino le acque di piattaforma fino all'impianto di trattamento di pertinenza;

nei tratti a mezza costa la struttura di raccolta e scarico delle acque sarà mista rispetto a quelle sopra descritte.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

2.2.3. Struttura della raccolta e dell'allontana delle acque di piattaforma secondaria

La struttura dello smaltimento delle acque dei diversi tronchi della viabilità secondaria (ad esclusione di quella di tipo 1) prevede:

nelle sezioni stradali in trincea le acque incidenti sulla piattaforma vengono raccolte sulle cunette laterali e da queste addotte, seguendo la pendenza longitudinale della strada, alla cunetta al piede del successivo rilevato. Quando la lunghezza dei tratti in trincea determina un apporto meteorico maggiore della capacità di adduzione delle cunette laterali, si utilizzano, in asse alle cunette stesse, caditoie e tubazioni che intercettano e collettano le acque di piattaforma al piede del successivo rilevato in apposite cunette o direttamente ai tombino più prossimi;

nei tratti in rilevato, le acque defluenti sulla sede stradale vengono raccolte lateralmente sulle banchine, intercettate ad intervalli regolari e scaricate lungo scivoli, rivestiti con embrici, al piede del rilevato in apposite cunette o direttamente nei terreni limitrofi. Le cunette scorrendo parallelamente al rilevato stradale, raccolgono le acque scaricate dagli scivoli e seguendo la pendenza del terreno convogliano le acque verso gli attraversamenti più prossimi.

2.3. Trattamento acque di pioggia

2.3.1. Aspetti Generali


La scelta progettuale nella definizione del sistema di trattamento delle acque di pioggia ricadenti sul manto stradale è stata condizionata fondamentalmente da tre fattori che qui di seguito si enunciano:

- quantificazione delle portate da trattare,
- tipologia di trattamento da effettuare,
- necessità di salvaguardare i recettori finali da eventuali sversamenti accidentali di oli e idrocarburi.

La raccolta e il trattamento delle acque provenienti dalla piattaforma stradale costituiscono una problematica emergente nell'ambito della progettazione stradale. Fino ad poco tempo addietro l'allontanamento delle acque piovane dalle infrastrutture stradali avveniva essenzialmente attraverso tubazioni, canalette e fossi che a loro volta scaricano nei ricettori naturali.

Dalle esperienze condotte negli ultimi anni emerge con certezza che questo metodo di smaltimento può comportare problemi sul piano della tutela della risorsa idrica superficiale e sotterranea.

Allo stato attuale non esiste una normativa che tratti in modo specifico la materia. Il Testo unico sulle norme ambientali Dlgs 3 aprile 2006, n.152 e le successive integrazioni e modifiche pongono vincoli alla dispersione nel suolo e sottosuolo delle acque meteoriche provenienti da piazzali e strade, ma non definiscono compiutamente cosa s'intende per acque di dilavamento o prima pioggia demandando gran parte delle competenze alle Regioni.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

La prima a legiferare e a definire cosa si intendi per acque di prima pioggia è stata la Regione Lombardia con la Legge 27 Maggio 1985, n° 62, che all'articolo 20 proclamava “ Previa realizzazione di opere di convogliamento e smaltimento indipendenti ... le acque di prima pioggia, possono essere recapitate sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, nel rispetto delle disposizioni di cui alla Legge del 10 maggio 1976 n° 319 e successive modificazioni Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo della portata, si stabilisce che tale valore si verifichi in 15 minuti ..”

Numerosi studi sull'argomento hanno evidenziato la dinamica del dilavamento degli strati impermeabili. L'acqua di pioggia dilava gli inquinanti accumulati sulle superfici nel periodo antecedente l'evento meteorico. In particolare, l'azione dell'acqua sul suolo si manifesta secondo due modalità: l'impatto delle gocce e lo scorrimento superficiale. Il primo provoca essenzialmente distacco, mentre il secondo trasporto delle particelle. L'entità di tali fenomeni è legata sia all'intensità e alla durata della precipitazione, sia alla tipologia di superficie dilavata.

Tali studi hanno evidenziato inoltre che la definizione di acque di prima pioggia riportata nella legge Regione Lombardia risulta essere troppo ottimistica nell'indicare solo i primi 5 mm di pioggia contaminati.

Ulteriore dato che emerge dalla letteratura sull'argomento è la presenza nelle acque di dilavamento stradale, oltre agli oli e ai materiale sedimentabili, di metalli pesanti i quali sono associati in parte alla componente sedimentabile ed in parte alla componente disciolta.

Si è evidenziato che la porzione disciolta passa senza subire alcuna forma di trattamento attraverso un sistema di sedimentazione tradizionale, e pertanto tale inquinante verrebbe di conseguenza scaricata tal quale al corpo recettore.


Sotto tali premesse si è dovuto definire quali portate e quante portate trattare e che tipo di trattamento prevedere.

Nella definizione di quali portate trattare ha pesato la tipologia del recettore finale dove scaricare le acque trattate. L'individuazione dei ricettori finali ha dovuto tener conto della particolare orografia in cui si inserisce il sedime stradale di progetto e, in particolar modo, la presenza o l'assenza di reticolo idrografico apprezzabile vista la necessità di convogliare portate concentrate.

Nella parte di tracciato che dalla progressiva 0,00 fino a raggiunge il Ponte Volpe (prog. 5.600) non si apprezzano incisioni marcate, ragione per cui, sin dalla stesura del progetto preliminare, si è optato per lo scarico delle acque trattate per dispersione negli strati superficiali del sottosuolo.

Nel rimanente parte del tracciato la presenza di incisioni più o meno vicini alla viabilità di progetto ha permesso di prevedere canalizzazioni atte a convogliare le acque trattate al recettore.

Conseguentemente la scelta dell'entità delle portate da trattare ha tenuto conto dei recapiti tendendo a salvaguardare in modo stringente i recettori del sottosuolo. Infatti si è deciso di prevedere di

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

trattare mediamente il 100% delle portate di progetto (calcolate per tempi di ritorno pari a 25 anni) mentre trattare i primi 15 mm di pioggia (il triplo di quello indicato dalla legge Regione Lombardia sopra citata) per le tratte che scaricano nel reticolo idrografico superficiale. Per quanto riguarda le acque provenienti dalle secondarie di servizio di tipo 1, tenuto conto degli scarsi volumi di traffico, si è previsto di trattare i primi 5 mm di pioggia per eventi di durata di 15 minuti.

La soluzione progettuale per l'abbattimento degli inquinanti presenti nelle acque meteoriche di dilavamento è stata quella di prevedere il trattamento delle portate in arrivo mediante adeguati sistemi di filtrazione in continuo capaci di trattenere il particolato e di adsorbire le sostanze inquinanti come metalli disciolti, nutrienti e idrocarburi, in modo da rendere le acque trattate adeguate ed idonee per una dispersione nel terreno.


Tali filtri sono modulari e ciascun modulo a una capacità di trattamento pari ad 1 l/s. Ciò ha indotto gli scriventi a prevedere delle vasche di accumulo temporaneo aventi la funzione di laminazione delle portate di progetto (elevate visto la scelta sopra esposte) così da non dover prevedere impianti di trattamento di elevato costo sia di realizzazione sia di gestione.

Per alcune delle secondarie, o per tratti di esse, si è previsto l'utilizzo di impianti di trattamento di sedimentazione e disoleazione statica in continuo di tutte quelle sostanze leggere oleose che tendono a galleggiare in superficie e successiva filtrazione a coalescenza dell'effluente allo scopo di bloccare eventuali particelle di oli, grassi o idrocarburi ancora in sospensione nelle acque.

Per quanto riguarda la necessità di salvaguardare i recettori finali da eventuali sversamenti accidentali di oli e idrocarburi, a seguito di incidenti relativi a mezzi di trasporto in cisterna di tali sostanze, si sono previsti, a monte degli impianti sopra descritti, dei manufatti prefabbricati che permetteranno di intrappolare l'eventuale volume di oli o idrocarburi e non farlo defluire nelle vasche di trattamento, facendo invece defluire le acque nel caso di contemporaneità fra sversamento accidentale e evento meteorico. Tali manufatti avranno una capacità di accumulo pari a 30 mc corrispondente al volume che un autocisterna è in grado di trasportare a pieno carico e quindi al volume da invasare nella malaugurata ipotesi di incidente con riversamento del carico.

2.3.2. Struttura del sistema di trattamento acque di pioggia

Il sistema di trattamento delle acque di piattaforma principale prevede in successione: 1) vasche di sicurezza denominate V.S. provviste di comparto di sedimentazione, comparto di disoleatura e accumulo oli e idrocarburi 2) vasche di accumulo temporaneo denominate V.A. e di impianti di trattamento pioggia denominate I.T.P., per gli impianti che tratteranno il 100% delle portate di drenaggio stratale, e I.T.P.P., per gli impianti che tratteranno i primi 15 mm di drenaggio (in ambedue i casi duplice funzione accorpata in un unico manufatto in c.a.), 3) opere di scarico al ricettore finale.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Le acque di prima pioggia provenienti dalle secondarie di tipo 1 verranno convogliate o ai medesimi sistemi sopra riportati o, a secondo le condizioni altimetriche presenti, ad impianti di trattamento I.T.P.P (per la precisione I.T.P.P 15, 16, 17 e 18) in cui nel medesimo impianto non è previsto l'accumulo temporaneo ma il trattamento in continuo attraverso la sedimentazione e la disoleatura delle acque di prima pioggia.

A loro volta le opere di scarico si dividono in opere di scarico nei ricettori superficiali del sottosuolo e opere di scarico nei ricettori superficiali (impluvi, valloni).

Le prime vengono realizzate mediante delle trincee disperdenti profonde, con profondità drenanti utili comprese tra i 6,0 ed gli 8,0 m, le seconde con semplici canalizzazioni che colleteranno le acque al recettore superficiale.

3. Descrizione degli interventi per i diversi tratti

Seguendo la suddivisione dei vari tratti della viabilità di progetto, si descriverà le opere idrauliche previste. Un paragrafo specifico descriverà le opere di canalizzazione del Torrente Cava del Bosco all'altezza dell'area aeroportuale di Comiso

Il tracciato stradale in progetto seguendo il tracciato, opportunamente adeguato, della S.P. 68, della ex S.P. 98 Salmè-Favaraggi e della strada comunale Serra Carcara, si sviluppa quasi interamente sul sedime della viabilità esistente fino all'ingresso dell'aeroporto di Comiso. Il rimanente tratto, compreso tra la Pk 6+825 e la Pk 14+111, insiste nel territorio di Comiso e nel territorio di Chiaramonte Gulfi.


La dislocazione spaziale delle viabilità esistente e quindi quella di progetto prima citato, è tale che si sviluppa per i primi 4 km quasi parallelamente alle linee isoipse e quindi trasversalmente al versante che convoglia le acque superficiali verso rete idrografica principale del Torrente Volpe, (il tracciato, parallelo all'asta principale del Torrente, dista da quest'ultimo mediamente circa 2,0 km) inevitabilmente interferendo con esso. Dal chilometro 4,0 fino al chilometro 5,5 circa, il tracciato si sviluppa quasi lungo la linea di massima pendenza quindi ortogonalmente alle isoipse per poi terminare in prossimità dell'ingresso all'aeroporto in direzione sub ortogonale alle isoipse.

3.1.1. Tratto 1 tra la S.S. 115 e la Rotatoria Pk 1+634

In questo tratto il corpo stradale scorre quasi parallelamente, in destra idraulica, all'asta principale del Torrente Volpe posta a circa 2 km più a valle.

Opere di continuità e difesa idraulica

Dal punto di vista idrografico in tutto il tratto non si apprezzano interferenze con vere incisioni ma solo con vie preferenziali di scorrimento delle acque di ruscellamento.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Nella prima parte del tratto considerato, dalla progr. 0,00 alla progr. 1.000 m parte sottesa al bacino denominato B.1, (v. Corografia dei Bacini) le acque ruscellanti di versante hanno come recapito finale un'area depressa, rispetto all'orografia circostante, situata a valle della viabilità esistente in cui tenderanno a ristagnare e progressivamente infiltrarsi vista la mancanza di possibili vie di deflusso verso valle.

Il tracciato si sviluppa quasi interamente sul sedime dell'attuale sede stradale S.P. n. 68 e quindi non altera in modo incisivo lo stato di fatto, ragione per cui si è provveduto, dal punto di vista idraulico, a non modificare le vie di deflusso delle acque di versante consolidato negli anni. Infatti, allo stato attuale, le acque di versante del bacino B.1 sono ostacolate nel libero deflusso verso valle dal presente rilevato stradale e di conseguenza si concentrano nella parte altimetricamente più depressa per poi attraversare la strada grazie ad un tombino in c.a.

Allo stesso modo il progetto prevede la difesa del sedime stradale e della sua parte in rilevato attraverso la posa di fossi di guardi che avranno il compito di intercettare e convogliare le acque di versante, oltre le acque provenienti dal sedime della viabilità secondaria, ad un attraversamento in c.a denominato TP 01 posto alla progressiva 220 m avente dimensioni trasversali 2,00 x 2,50 m.


Nella parte di tracciato che dalla progressiva 1.000 raggiunge la progressiva 1.634, parte sottesa al bacino denominato B.2 (v. Corografia dei Bacini) le acque ruscellanti di versante dovrebbero avere come recapito finale un'area depressa, questa volta posta a monte della viabilità esistente, in cui tenderanno a ristagnare e progressivamente infiltrarsi.

Non risultano esserci tombini di attraversamento e, quindi, si ritiene che le acque che riescano a raggiungere la viabilità (si tenga conto che l'area risulta essere abbastanza antropizzata con delimitazione delle aree private attraverso muretti di recinzione) l'attraversino o si incanalano in essa.

Anche in questo caso il tracciato di progetto si sviluppa quasi interamente sul sedime dell'attuale sede stradale S.P. n. 68 e quindi non altera in modo incisivo lo stato di fatto.

In questa tratta non si provvederà a realizzare tombini di attraversamento per la duplice motivazione di ritrovarsi con una sezione stradale di progetto in leggero rilevato o in leggera trincea, tale da rendere altimetricamente impossibile la realizzazione dell'attraversamento (se non realizzando lunghe tubazioni per raggiungere quota scarico), e di ritrovarsi comunque, come detto, a costeggiare proprietà private con civili abitazioni dove dover andare a scaricare con le conseguenti ovvie problematiche.

Le acque di versante (lato valle, per altro di scarsa entità) quindi verranno captate da fossi di guardia e convogliate nella vicina S.P. N. 91 (a valle della rotatoria km 1+ 6340) che scende verso il Torrente Volpe. Dovendo vincere il primo tratto in contropendenza si è previsto la risagomatura della livelletta della provinciale, peraltro compatibile con la realizzazione della rotatoria di progetto.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Opere di drenaggio corpo stradale

La piattaforma stradale è contraddistinta da un'alternanza di sezioni trasversali in rilevato, a mezza costa e in trincea. La raccolta e lo smaltimento delle acque piovane ricadenti all'interno della piattaforma sarà effettuata grazie all'utilizzo di cunette alla francese, caditoie e condotte di convogliamento così come descritto nei paragrafi precedenti.

Il tratto è stato suddiviso in quattro sottotratti aventi ciascuno una rete di captazione e convogliamento indipendente che colleghino le acque alla vasca di accumulo e trattamento di riferimento.

I sottotratti sono:

- 1) dalla progr. 0,00 alla 240 m
- 2) dalla progr. 240 alla 580 m
- 3) dalla progr. 580 alla 939 m
- 4) dalla prog. 939 alla 1400 m

La rimanente parte di tracciato, dalla progr. 1400 alla progressiva 1.6340 m convoglierà le acque alla rete del successivo tratto.


Opere di accumulo e trattamento

Per quanto riguarda le acque piovane provenienti dalla viabilità principale, captate dal sistema di smaltimento stradale, esse verranno convogliate alle vasche di sicurezza e successivamente a delle vasche di accumulo temporanea e di trattamento delle acque. Per quanto riguarda la viabilità secondaria di tipo 1 e nello specifico il Tronco 8, le acque di prima pioggia provenienti dalla viabilità, captate dal sistema di caditoie, verranno convogliate all'impianto di trattamento in continuo.

Il sistema di accumulo e trattamento è stato dimensionato per invasare e trattare tutto il volume proveniente dell'onda di piena calcolata per tempi di ritorno pari a 25 anni (così come dimensionata la rete di drenaggio della piattaforma stradale in ottemperanza alle indicazioni del capitolato d'oneri) nell'ipotesi che la durata di pioggia sia pari al tempo di corrivazione, così da garantire per tutto il volume un trattamento di depurazione.

Inoltre le vasche sono state dimensionate in modo che il loro svuotamento avvenga in un arco di tempo non superiore alle 24 h.

Il sistema di trattamento della prima pioggia proveniente dal Tronco 8 è stato dimensionato per i primi 5 mm di pioggia per eventi di durata di 15 minuti. Le portate eccedenti verranno scaricate attraverso opportuni pozzetti scolmatori di portata.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

I manufatti di accumulo e trattamento, per ciascun sottotratto sopra menzionati, sono stati previsti rispettivamente:

- 1) V.A- I.T.P. 1 alla progr. 100 m - portata trattata 2 l/s– Recapito: trincea disperdente
- 2) V.A- I.T.P. 1 bis. alla progr. 280 m – portata trattata 2 l/s– Recapito: trincea disperdente
- 3) V.A- I.T.P 1 ter alla progr. 510 m – portata trattata 3 l/s– Recapito: trincea disperdente
- 4) V.A- I.T.P. 2 alla progr. 1600 m – portata trattata 5 l/s– Recapito: trincea disperdente

Vista l'assenza di incisioni dove poter scaricare le portate trattate (sopra riportate) si è previsto lo smaltimento delle portate in continuo attraverso trincee disperdenti opportunamente dimensionate negli strati superficiale del sottosuolo prossimi alle vasche, con profondità drenanti utili comprese tra i 6,0 ed gli 8,0 m.

Gli impianti di trattamento della viabilità secondaria denominata Tronco 8 sono stati previsti rispettivamente:

- 1) I.T.P.P. 15 alla progr. 0,00 m - portata trattata 10 l/s
- 2) I.T.P.P. 16 alla progr. 580,36 m - portata trattata 10 l/s

3.1.2. Tratto 2 tra la Rotatoria P.K. 1+634 e la Rotatoria Pk 6+263

Anche in questo tratto il corpo stradale scorre quasi parallelamente, in destra idraulica, all'asta principale del Torrente Volpe. Alla progressiva 5.600 m attraversa l'asta di un'affluente del Torrente Volpe.


Opere di continuità e difesa idraulica

Dal punto di vista idrografico in tutto il tratto non si apprezzano interferenze con vere incisioni ma solo con vie preferenziali di scorrimento delle acque di ruscellamento ad esclusione, come sopra detto, dell'attraversamento dell'affluente caratterizzato da seppur scarsa incisione (poco apprezzabile) da un ampio alveo di piena (visibile soprattutto a valle della viabilità di progetto).

Nella prima parte del tratto considerato, dalla progr. 1.634 alla progr. 3.460 m parte sottesa ai bacini denominato B.3 e B.4.1 (v. Corografia dei Bacini) si riscontrano vie preferenziali di scorrimento ramificate.

Dalla progressiva 1.634 alla progressiva 2.240 le acque ruscellanti di versante sembrano avere come recapito finale un'area depressa, rispetto all'orografia circostante, situata a valle della viabilità esistente. Vi è la possibilità che le acque intersecando la viabilità esistente si incanalano in essa. Continuando, le acque di versante confluiscono in impluvi che proseguono verso valle. Uno di tali impluvi praticamente coincide con il tracciato stradale per poi unificarsi con gli altri impluvi.

Il tracciato si sviluppa quasi interamente sul sedime dell'attuale sede stradale S.P. n. 68 e quindi non altera in modo incisivo lo stato di fatto.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Il progetto idraulico prevede la difesa del sedime stradale attraverso la posa di fossi di guardi che avranno il compito di intercettare e convogliare le acque dei due bacini ad un attraversamento in c.a denominato TP 02 posto alla progressiva 2.400 m avente dimensioni trasversali 2,50 x 1,80 m.

La scelta di convogliare le portate dei due bacini in un unico attraversamento, e specificatamente di convogliare i deflussi del bacino B. 4.1 nella rete idrografica del bacino B.3, è stata dovuta essenzialmente all'impossibilità di realizzare tombini di attraversamento all'altezza dell'intersezione tra impluvio e viabilità di progetto per la motivazione di ritrovarsi con sezioni stradali in leggera trincea, tale da rendere altimetricamente poco proponibile e poco funzionale la realizzazione dell'attraversamento (se non realizzando lunghe tubazioni per raggiungere quota scarico e comunque non scaricando su vere incisioni).

Dal punto di vista degli incrementi di portata determinati dalla scelta progettuali esposta si sono ritenuti questi di piccola entità e tali da non stravolgere il normale deflusso delle acque. Inoltre le acque ruscellanti dei bacini sopra menzionati hanno il medesimo recettore finale (Torrente Volpe) che raggiungono, unificandosi in un unico impluvio, più a valle.

Dai calcoli delle portate di progetto (calcolate per tempi di ritorno pari a 100 anni – attraversamenti con bacini afferenti di estensione inferiore a 10 kmq- v. Relazione Idrologica) si è constatato:

Superficie bacino B.3 = 2,9 kmq

Superficie bacino B.4.1= 0,22 kmq

$Q_{B.3} = 12,63 \text{ mc/s}$

$Q_{B.4.1} = 1,29 \text{ mc/s}$

$Q_{B.3+4.1} = 13,08 \text{ mc/s}$


Incremento superficie = 7,6 %

Incremento portata = 3,6 %.

La problematica si ripropone nella parte successiva del tronco 2.

Infatti dalla progr. 3.460 alla progr. 4.980 m, parte sottesa ai bacini denominato B.4.2 e B.5 (v. Corografia dei Bacini) si riscontrano due vie preferenziali di scorrimento, una per ciascun bacino. Il progetto idraulico prevede la difesa del sedime stradale attraverso la posa di fossi di guardi che avranno il compito di intercettare e convogliare le acque dei due bacini ad un attraversamento in c.a denominato TP 03 posto alla progressiva 4.260 m avente dimensioni trasversali 3,50 x 1,40 m.

Anche in questo caso la scelta di convogliare le portate dei due bacini in un unico attraversamento, e specificatamente di convogliare i deflussi del bacino B. 4.2 nella rete idrografica del bacino B.5, è stata dovuta essenzialmente all'impossibilità di realizzare tombini di attraversamento all'altezza dell'intersezione tra impluvio e viabilità di progetto per la motivazione di ritrovarsi con sezioni

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

stradali in leggera trincea, tale da rendere altimetricamente poco proponibile e poco funzionale la realizzazione dell'attraversamento.

Dal punto di vista degli incrementi di portata determinati dalla scelta progettuali esposta si sono ritenuti questi di piccola entità e tali da non stravolgere il normale deflusso delle acque. Inoltre le acque ruscellanti dei bacini sopra menzionati hanno il medesimo recettore finale (Torrente Volpe).

Dai calcoli delle portate di progetto (v. Relazione Idrologica) si è constatato:

Superficie bacino B.4.2 = 0,25 kmq

Superficie bacino B.5 = 1,61 kmq

$Q_{B.4.2} = 1,87 \text{ mc/s}$

$Q_{B.5} = 4,92 \text{ mc/s}$

$Q_{B.4.2+5} = 5,54 \text{ mc/s}$

Incremento superficie = 15,7 %

Incremento portata = 12,4 %.


Dalla progr. 4.980 alla progr. 5.380 m, parte sottesa al bacino denominato B.6 (v. Corografia dei Bacini) il progetto idraulico prevede la difesa del sedime stradale attraverso la posa di fossi di guardi che avranno il compito di intercettare e convogliare parte delle acque del bacino ad un attraversamento in armco denominato TP 04 posto alla progressiva 5.320 m avente diametro pari a 2000 m.

Il tracciato in questo caso abbandona il tracciato della S.P. n. 68 alterando leggermente lo stato di fatto visto che si sviluppa leggermente a più a valle.

Nell'ultimo parte del tratto considerato dalla progr. 5.380 alla progr. 6.263 m, parte sottesa al bacino denominato B.7, avente superficie di circa 16 kmq (v. Corografia dei Bacini), si attraversa l'affluente del fiume Volpe grazie alla realizzazione di un ponte denominato Volpe avente luce pari a 20 m.

L'affluente è caratterizzato da una sezione trasversale in cui l'alveo di magra è poco apprezzabile mentre presenta una vasta area golenale pianeggiante. Lungo il suo percorso attraversa la S.P. n. 98 grazie ad un tombino semicircolare, in parte interrato, avente dimensioni 1,30 x 0,60 m

La simulazione di piena in moto permanente, di cui si dirà diffusamente nel proseguo, ha permesso di individuare le aree di esondazione dell'affluente (v. Planimetrie aree di esondazione) e di verificare la netta insufficienza del tombino esistente che provoca l'innalzamento del tirante idrico

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

fino alla completa sommersione e superamento della strada provinciale. Le fasce golenali variano complessivamente fra i 40 m e i 90 m.

Progettualmente si è prevista una sistemazione idraulica dell'alveo nella parte che attraversa il ponte e per circa 15 m a valle. Tale sistemazione idraulica prevede la sistemazione dell'alveo di magra e di piena grazie alla messa in posa di gabbionate aventi la funzione, oltre di sagomatura della sezione utile e, di conseguenza, convogliare idoneamente le portate di piena per tempi di ritorno pari a 200 anni assicurando i dovuti franchi di sicurezza, anche di proteggere le strutture di fondazione del ponte da eventuali fenomeni erosivi protratti dalla corrente di piena.

A monte del ponte, posto subito a valle della vecchia viabilità, non si sono previste opere di sistemazione idraulica dell'alveo, prevedendo solo delle gabbionature lungo il fronte del rilevato stradale a protezione dello stesso e aventi la funzione di evitare eventuali fenomeni di scalzamento al piede indotte dalla corrente di piena.

Tale scelta progettuale scaturisce principalmente da due fattori.

Come detto le fasce golenali sono di notevole ampiezza, mediamente 70 m, quindi una eventuale sistemazione idraulica, atta a inalveare l'intera portata, avrebbe significato imponenti opere idrauliche e conseguente necessità di eliminare il tratto di S.P. n.98 interferente o di prevedere un'adeguata opera di attraversamento e risagomatura della livelletta stradale.

I terreni golenali risultano essere coltivati (ciò spiega, in parte, anche la scarsa sezione dell'alveo di magra a cui le sistemazioni agricole avranno tolto spazio) e di un certo pregio.

La protezione del sedime stradale e dei rilevati sarà realizzata anche attraverso la posa di fossi di guardi che avranno il compito di intercettare e convogliare le acque di versante verso l'alveo.


Opere di drenaggio corpo stradale

La piattaforma stradale è contraddistinta da un'alternanza di sezioni trasversali in rilevato, a mezza costa e in trincea. La raccolta e lo smaltimento delle acque piovane ricadenti all'interno della piattaforma sarà effettuate grazie all'utilizzo di cunette alla francese, caditoie e condotte di convogliamento così come descritto nei paragrafi precedenti.

Il tratto è stato suddiviso in undici sottotratti aventi ciascuno una rete di captazione e convogliamento indipendente che colleghino le acque alla vasca di accumulo e trattamento di riferimento.

I sottotratti sono:

- 1) dalla progr. 1.400 alla 1.943 m
- 2) dalla progr. 2.200 alla 1.943 m
- 3) dalla progr. 2.200 alla 2.410 m

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

- 4) dalla prog. 2.647 alla 2.410 m
- 5) dalla prog. 2.647 alla 2.950 m
- 6) dalla prog. 3577 alla m 2.950
- 7) dalla prog. 3.577 alla 4.052 m
- 8) dalla prog. 4.540 alla 4.052 m
- 9) dalla prog. 4.886 alla 4.540 m
- 10) dalla prog. 4.886 alla 5.600 m e dalla prog. 40 alla prog. 220 del Tronco 15 (secondaria tipo1)
- 11) dalla prog. 6.380 alla 5.626 m

Opere di accumulo e trattamento


Per quanto riguarda le acque piovane provenienti dalla viabilità principale, captate dal sistema di smaltimento stradale, esse verranno convogliate alle vasche di sicurezza e successivamente a delle vasche di accumulo temporanea e di trattamento. Per quanto riguarda la viabilità secondaria di tipo 1 e nello specifico il Tronco 15, le acque di prima pioggia provenienti dalla viabilità, captate dal sistema di caditoie, verranno convogliate al sistema più prossimo sopra descritto.

Il sistema di accumulo e trattamento è stato dimensionato per invasare e trattare tutto il volume proveniente dell'onda di piena calcolata per tempi di ritorno pari a 25 anni (così come dimensionata la rete di drenaggio della piattaforma stradale in ottemperanza alle indicazioni del capitolato d'oneri) per i primi 9 sottotratti che scaricheranno nel sottosuolo così da garantire per tutto il volume un trattamento di depurazione. Le vasche sono state dimensionate in modo che il loro svuotamento avvenga in un arco di tempo non superiore alle 24 h.

Per i rimanenti due tratti il sistema è stato dimensionato per trattare i primi 15 mm di prima pioggia convogliando i successivi direttamente al recettore superficiale. Il sistema di trattamento della prima pioggia proveniente dal Tronco 15 è stato dimensionato per i primi 5 mm di pioggia per eventi di durata di 15 minuti. Le portate eccedenti verranno scaricate attraverso opportuni pozzetti scolmatori di portata.

I manufatti di accumulo, trattamento e i recapiti finali, per ciascun sottotratto sopra menzionati, sono i seguenti:

- 1) V.A- I.T.P. 2bis alla progr. 1.950 m - portata trattata 6 l/s – Recapito: trincea disperdente
- 2) V.A- I.T.P. 2 ter alla progr. 2.000 m – portata trattata 3 l/s - Recapito: trincea disperdente
- 3) V.A- I.T.P 3 alla progr. 2.420 m – portata trattata 2 l/s - Recapito: trincea disperdente
- 4) V.A- I.T.P. 3 bis alla progr. 2.420 m – portata trattata 2 l/s - Recapito: trincea disperdente
- 5) V.A- I.T.P. 4 alla progr. 2.860 m – portata trattata 3 l/s - Recapito: trincea disperdente

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

- 6) V.A- I.T.P. 4bis alla progr. 2.900 m – portata trattata 6 l/s - Recapito: trincea disperdente
- 7) V.A- I.T.P. 5 alla progr. 3.980 m – portata trattata 5 l/s - Recapito: trincea disperdente
- 8) V.A- I.T.P. 5bis alla progr. 4.220 m – portata trattata 5 l/s - Recapito: trincea disperdente
- 9) V.A- I.T.P. 5ter alla progr. 4.550 m – portata trattata 4 l/s - Recapito: trincea disperdente
- 10) V.A- I.T.P.P. 6 alla progr. 5.510 m – portata trattata 4 l/s - Recapito: torrente
- 11) V.A- I.T.P.P. 6bis alla progr. 5.710 m – portata trattata 4 l/s - Recapito: torrente

Nei sottotratti privi di incisioni dove poter scaricare le portate trattate (sopra riportate) si è previsto lo smaltimento delle portate in continuo attraverso trincee disperdenti opportunamente dimensionate negli strati superficiale del sottosuolo prossimi alle vasche, con profondità drenanti utili comprese tra i 4,0 ed gli 6,0 m. Per i rimanenti sottotratti si convogliano le portate trattate all'affluente del Torrente Volpe.

3.1.3. Tratto 3 tra Pk 6+263, Svincolo aeroporto di Comiso e la Pk 8+888

Lungo tale tratto la strada in progetto si trova su nuova sede, affiancando il lato Nord dell'area destinata al nuovo Aeroporto di Comiso venendo ad interferire trasversalmente con i versanti su cui insisterà.


Opere di continuità e difesa idraulica

Nella prima parte del tratto considerato, dalla progr. 6.263 alla progr. 7.699 m parte sottesa al bacino denominato B.8 (v. Corografia dei Bacini) si interseca in prossimità della progressiva 6.840 l'impluvio principale del bacino. Trattasi, anche in questo caso, di via preferenziali di scorrimento non presentando nessuna forma di incisione.

Le acque ruscellanti del versante hanno in gran parte come recapito finale l'affluente al torrente Volpe (nel precedente paragrafo descritto).

Il progetto idraulico prevede la difesa del sedime stradale attraverso la posa di fossi di guardi che avranno il compito di intercettare e convogliare le acque di versante all'affluente del Torrente Volpe all'altezza del ponte di progetto.

La scelta di convogliare le portate del versante (bacino B.8) verso l'affluente del Torrente Volpe (bacino B.7) all'altezza del ponte di progetto è stata dovuta essenzialmente all'impossibilità di realizzare tombini di attraversamento all'altezza dell'intersezione tra impluvio e viabilità di progetto per la motivazione di ritrovarsi con sezioni stradali in leggera trincea, tale da rendere altimetricamente poco proponibile e poco funzionale la realizzazione dell'attraversamento (se non

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

realizzando lunghe tubazioni per raggiungere quota scarico e comunque non scaricando su vere incisioni).

Dal punto di vista degli incrementi di portata determinati dalla scelta progettuali esposta si sono ritenuti questi di piccola entità e tali da non stravolgere il normale deflusso delle acque. Inoltre le acque ruscellanti del bacino sopra menzionato ha, come detto, il medesimo recettore finale, anche se l'immissione avviene più a valle rispetto alla soluzione progettuale.

Dai calcoli delle portate di piena (calcolate per tempi di ritorno pari a 200 anni, v. Relazione Idrologica) si è constatato:

Superficie bacino B.7 = 16,12 kmq

Superficie bacino B.8 = 1,11 kmq

$Q_{B.7} = 30,01 \text{ mc/s}$

$Q_{B.8} = 9,88 \text{ mc/s}$

$Q_{B.7+8} = 33,55 \text{ mc/s}$

Incremento superficie = 6,9 %

Incremento portata = 11,8 %.


Nella parte dello svincolo dell'aeroporto una serie di fossi di guardia e attraversamenti in armco permetterà di convogliare i deflussi superficiali all'asta del torrente Cava del Bosco incanalato lungo il confine aeroportuale. Gli attraversamenti finali si scarico nel canale sono dei tombini armici denominati TS11 (DN 1500 mm) e TS 13 (DN 1000 mm).

L'interferenza fra le rotatorie di ingresso all'aeroporto e la canalizzazione convogliante le acque del torrente Cava del Bosco vengono risolte con la realizzazione di tombini scatolari in. c.a. aventi dimensioni pari a 7,50 x 3,00 m e denominati rispettivamente TS 12 e TS14.

Nella parte rimanente del tratto considerato, dalla progr. 8.100 alla progr. 8.888 m parte sottesa al bacino denominato B.9.3 (v. Corografia dei Bacini) si attraverserà alla progressiva 8.226 m il torrente Fontanazza (che, si ricorda, subito a valle, quanto costeggia l'aeroporto, prende la denominazione di Cava del Bosco) .

L'interferenza è risolta con la realizzazione di uno scatolare in c.a. avente dimensioni 7,50 x 3,00 m e denominato TP 06.

Le scelte progettuali, anche in questo caso, sono state guidate dalla simulazione in moto permanente di eventi di piena ante e post operam con tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Tale simulazione ha permesso di comprendere, con le approssimazioni del caso, il comportamento del sopra citato torrente durante gli eventi di piena.

Nella simulazione ante operam riproducente l'evento di piena del torrente si evidenzia che la corrente idrica straripa l'alveo di magra invadendo le golene laterali

La scelta progettuale per permettere un ordinato deflusso delle portate di piena in modo tale da non creare pericolose interferenze con i rilevati stradali previsti all'altezza dell'attraversamento è stata di prevedere la sistemazione idraulica del torrente a monte dell'attraversamento, per uno sviluppo di circa 100 m.

Tale risagomatura prevede la realizzazione di una sezione trapezia in terra dimensionata per convogliare l'intera portata di piena anche se non si prefigge di incanalare l'intero deflusso golenali. Infatti l'estensione del fronte di piena interessa una sezione larga più di 70 m (v. Planimetrie aree di esondazione) e imprigionarla interamente avrebbe significato notevoli opere idrauliche. Quindi la scelta è stata di intercettare il grosso della portata permettendo alle acque marginali delle golene di proseguire il loro percorso verso valle visto che esse perderanno progressivamente forza e non parteciperanno attivamente al flusso primario della corrente (flusso inefficace). Inoltre le stesse acque potranno incanalarsi di nuovo in alveo grazie ai fossi di guardia posti a difesa del rilevato stradale e posizionati trasversalmente alla corrente.

La realizzazione della sezione idraulica utile capace di convogliare le portate di piena con tempi di ritorno pari a 200 anni è stata pensata in terra di forma trapezia con argini fuori terra di cui si riporta nella successiva figura le dimensioni.

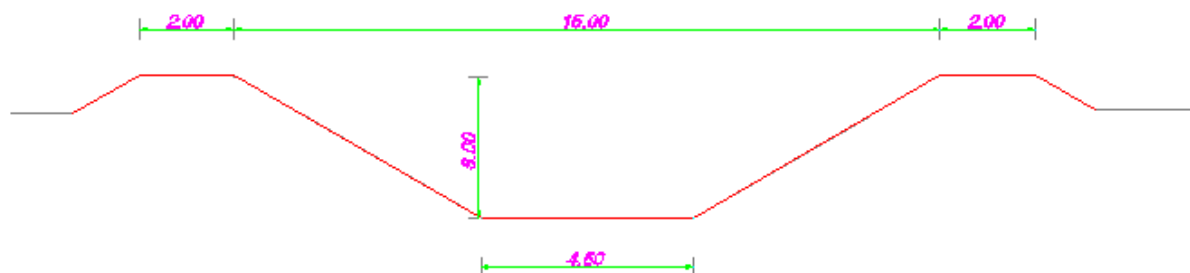



Fig. 1: Modellazione alveo Cava Fontanazza a monte del tombino TP06

Vista la notevole ampiezza si è provveduto alla riprofilare l'alveo prevedendo nella parte iniziale un salto di circa 1,0 m protetto da una briglia in gabbioni. Tale salto ha permesso di guadagnare profondità e quindi ampiezza della sezione utile. Si riporta nella successiva figura la sezione di salto.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

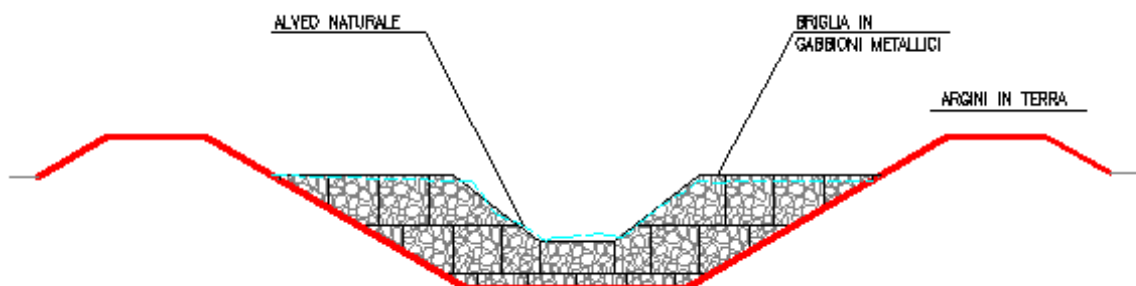


Fig. 2: Modellazione alveo Cava Fontanazza a monte del tombino TP06-Sezione di salto

Nell'ultimo tratto della modellazione, per uno sviluppo di circa 20 m, è stato previsto il passaggio di tipologia di sezione dalla sezione trapezia alla sezione rettangolare realizzata in gabbioni e materassino reno. I primi 5 metri avranno una larghezza pari alla larghezza massima della sezione trapezia (15 m) e nei successivi 15 m la sezione restringerà fino a raggiungere la larghezza pari alla larghezza del tombino scatolare di attraversamento (7,5 m) della viabilità di progetto.

A valle del tombino la sezione ritornerà a essere realizzata in gabbioni di larghezza pari a 7.5 m e altezza 2,80 m fino la raggiungimento del successivo tombino di attraversamento TS 14.

Come accennato il rilevato stradale sarà protetto da fossi di guardia. Inoltre, per maggiore sicurezza, il piede dei rilevati sarà protetto da gabbioni opportunamente predisposti aventi la funzione di evitare eventuali fenomeni di scalzamento al piede indotte dalla corrente di piena.


Fra la progressiva 8.600 e la 8.800 m la simulazione in moto permanente (v. Planimetrie aree di esondazione) ha evidenziato che l'esondazione delle portate arriva a lambire la viabilità di progetto. In questo caso il livello della corrente in prossimità della viabilità è di scarsa entità, inferiori a 30 cm, rispetto al piano campagna e quindi trattasi di correnti con scarsa forza di trascinamento che tenderanno a ristagnare. Per tale ragione non si sono previsti particolari accorgimenti se non la posa di fossi di guardia che intercetteranno le acque trasportandole verso valle.

Opere di drenaggio corpo stradale

La piattaforma stradale è contraddistinta da un'alternanza di sezioni trasversali in rilevato, a mezza costa e in trincea. La raccolta e lo smaltimento delle acque piovane ricadenti all'interno della piattaforma sarà effettuate grazie all'utilizzo di cunette alla francese, caditoie e condotte di convogliamento così come descritto nei paragrafi precedenti.

Il tratto è stato suddiviso in tre sottotratti aventi ciascuno una rete di captazione e convogliamento indipendente che colleghino le acque alla vasca di accumulo e trattamento di riferimento.

I sottotratti sono:

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

- 1) dalla progr. 7.560 alla 6.380 m
- 2) dalla progr. 8.239 alla 7.560 m e dalla progr. 214 alla 300 m del Tronco 15 (secondaria tipo1)
- 3) dalla progr. 9.220 alla 8.239 m

Opere di accumulo e trattamento

Per quanto riguarda le acque piovane provenienti dalla viabilità principale, captate dal sistema di smaltimento stradale, esse verranno convogliate alle vasche di sicurezza e successivamente a delle vasche di accumulo temporanea e di trattamento. Per quanto riguarda la viabilità secondaria di tipo 1 e nello specifico il Tronco 25, le acque di prima pioggia provenienti dalla viabilità, captate dal sistema di caditoie, in parte ai sistemi sopra descritti più prossimi e in parte verranno convogliati allo specifico impianto di trattamento in continuo.

Il sistema di accumulo e trattamento è stato dimensionato per invasare i primi 15 mm di pioggia dell'onda di piena calcolata per tempi di ritorno pari a 25 anni e convogliare i successivi direttamente al recettore finale.

Le vasche sono state dimensionate in modo che il loro svuotamento avvenga in un arco di tempo non superiore alle 24 h.

Il sistema di trattamento della prima pioggia proveniente dal Tronco 25 è stato dimensionato per i primi 5 mm di pioggia per eventi di durata di 15 minuti. Le portate eccedenti verranno scaricate attraverso opportuni pozzetti scolmatori di portata.

I manufatti di accumulo, trattamento e i recapiti finali, per ciascun sottotratto sopra menzionati, sono i seguenti:

- 1) V.A- I.T.P.P. 7 alla progr. 6.300 m - portata trattata 7 l/s – Recapito: Affluente Volpe
- 2) V.A- I.T.P.P. 8 alla progr. 7.580 m – portata trattata 7 l/s - Recapito: Affluente Volpe
- 3) V.A- I.T.P.P. 9 alla progr. 8.260 m – portata trattata 6 l/s - Recapito: Cava Fondanazza


L'impianto di trattamento della viabilità secondaria denominata Tronco 25 per il tratto che va dalla progressiva 0,00 alla progressiva 214 è il seguente:

- 3) I.T.P.P. 17 alla progr. 20,00 m - portata trattata 20 l/s

3.1.4. Tratto 4 tra Pk 8+888 - Rotatoria Pk 11+036

In questo tratto il corpo stradale scorre quasi parallelamente, in sinistra idraulica, all'asta del Cava Fontanazza.

Nella simulazione ante operam riproducente l'evento di piena del torrente si evidenzia che la corrente raggiunta la strada provinciale n. 82 viene ostacolata nel libero deflusso poiché presenta un

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

tombino di attraversamento nettamente insufficiente ragione per cui il tirante idraulico si innalza fino a sommergere la viabilità e tracimare oltre. Tale dinamica comporta che le acque si espandono nelle golene laterali raggiungendo le aree di sedime della viabilità di progetto.

La scelta progettuale per ovviare a tale problematica è stata di prevedere la sistemazione idraulica del torrente a monte dell'attraversamento e a valle della provinciale n. 82, prevedendo di conseguenza anche un nuovo tombino di adeguate dimensioni pari a 7,5x 3,0 m.

Tale risagomatura prevede la realizzazione, anche in questo caso, di una sezione trapezia in terra dimensionata per convogliare l'intera portata di piena anche se non si prefigge di incanalare l'intero deflusso golenali. Infatti l'estensione del fronte di piena interessa una sezione larga più di 80 m (v. Planimetrie aree di esondazione) e imprigionarla interamente avrebbe significato notevoli opere idrauliche. Quindi la scelta è stata di intercettare il grosso della portata permettendo alle acque marginali delle golene di proseguire il loro percorso verso valle visto che esse perderanno progressivamente forza e non parteciperanno attivamente al flusso primario della corrente (flusso inefficace).

La realizzazione della sezione idraulica utile capace di convogliare le portate di piena con tempi di ritorno pari a 200 anni è stata pensata in terra di forma trapezia con argini fuori terra della stessa tipologia della sezione descritta nel precedente paragrafo.

Alla progressiva 10.620 il tracciato di progetto interferisce con un impluvio adducente le acque di ruscellamento del bacino B. 10. Il progetto prevede la realizzazione di uno scatolare in c.a delle dimensioni 2,0 x 1,5 m denominato TP07.

Proseguendo si interseca alla progressiva 11.080 subito dopo la rotatoria, un'ulteriore impluvio (bacino afferente B.11). In questo caso si realizzeranno due tombini scatolari in c.a. il TP 09 avente dimensioni 3,5 x 1,5 m e il TP 08 di dimensioni 4,5 x 1,8 che permetterà anche il transito delle acque di ruscellamento provenienti dal bacino B. 12.

Il tratto la viabilità sarà protetta da fossi di guardia.


Opere di drenaggio corpo stradale

La piattaforma stradale è contraddistinta da un'alternanza di sezioni trasversali in rilevato, a mezza costa e in trincea.

Il tratto è stato suddiviso in due sottotratti aventi ciascuno una rete di captazione e convogliamento indipendente che colleghino le acque alla vasca di accumulo e trattamento di riferimento.

I sottotratti sono:

- 1) dalla progr. 10120 alla 9.220 m
- 2) dalla progr. 11.057 alla 10.120 m

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Opere di accumulo e trattamento

Il sistema di accumulo e trattamento è stato dimensionato per invasare i primi 15 mm di pioggia dell'onda di piena calcolata per tempi di ritorno pari a 25 anni e convogliare i successivi direttamente al recettore finale. Il sistema di trattamento della prima pioggia proveniente dal secondaria di tipo 1 Tronco 26 è stato dimensionato per i primi 5 mm di pioggia per eventi di durata di 15 minuti. Le portate verranno convogliate all'impianto I.T.P.P. 9 nel precedente paragrafo descritto mentre le portate eccedenti verranno scaricate attraverso opportuni pozzetti scolmatori di portata.

I manufatti di accumulo, trattamento e i recapiti finali, per ciascun sottotratto sopra menzionati, sono i seguenti:

- 1) V.A- I.T.P.P. 10 alla progr. 9.220 m - portata trattata 4 l/s – Recapito: Cava Fontanazza
- 2) V.A- I.T.P.P. 11 alla progr. 10.125 m – portata trattata 7 l/s - Recapito: Cava Fontanazza


3.1.5. Tratto 5 tra Rotatoria Pk 11+036– Innesto SS 514

In questo tratto il corpo stradale scorre per una prima parte in direzione parallelamente alla asta principale del Torrente Cava del Bosco, per poi essere ortogonale a questa ultima, e intersecarla alla progressiva 13.590,00 m.

La tratta considerata, per la sua posizione planimetrica, interferisce con il libero deflusso delle acque superficiali. Per tale ragione sono previsti degli attraversamenti con tombini negli impluvi principali e nell'attraversamento di Cava Favarotta . A tali tombini si convoglieranno le acque raccolte dai fossi di guardia predisposti a difesa idraulica della piattaforma stradale. Nell'intersezione l'asta del Torrente, sia sulla viabilità principale sia sulla viabilità secondaria, sono stati previsti degli scatolari in C.A. Essi sono posti alla progressiva 12 360 (scatolare in c.a. 3,5x1,5 TP 10 e medesimo scatolare sulla secondaria tronco 31). A tali tombini si convoglieranno le acque raccolte dai fossi di guardia predisposti a difesa idraulica della piattaforma stradale . Nell'intersezione l'asta del Torrente Cava Favarotta, sia sulla viabilità principale sia sulla viabilità secondaria, sono stati previsti degli scatolari in C.A aventi dimensione 4,5 x 3,0 m denominati TP 11 TS15 e TS16. Per tutte e tre gli scatolari sono previsti a monte e a valle delle leggere sistemazioni dell'alveo del torrente per meglio raccordare la sezione trapezia del torrente alla sezione rettangolare dei tombini.

Opere di drenaggio corpo stradale

La piattaforma stradale è contraddistinta da un'alternanza di sezioni trasversali in rilevato, a mezza costa e in trincea.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Il tratto è stato suddiviso in tre sottotratti aventi ciascuno una rete di captazione e convogliamento indipendente che colleghino le acque alla vasca di accumulo e trattamento di riferimento.

I sottotratti sono:

- 1) dalla progr. 11.057 alla 12.380 m
- 2) dalla progr. 13.640 alla 12.380 m, dalla progr. 80 alla progr. 1.310 del Tronco 34 (secondaria tipo1) e dalla progr. 363 alla progr. 1.520 del Tronco 30 (secondaria tipo1)
- 3) dalla progr. 13.640 alla 14.150 m

Opere di accumulo e trattamento

Il sistema di accumulo e trattamento è stato dimensionato per invasare i primi 15 mm di pioggia dell'onda di piena calcolata per tempi di ritorno pari a 25 anni e convogliare i successivi direttamente al recettore finale. Il sistema di trattamento della prima pioggia proveniente dal Tronco 30 e 34 delle secondarie è stato dimensionato per i primi 5 mm di pioggia per eventi di durata di 15 minuti. Le portate eccedenti verranno scaricate attraverso opportuni pozzetti scolmatori di portata.

I manufatti di accumulo, trattamento e i recapiti finali, per ciascun sottotratto sopra menzionati, sono i seguenti:

- 1) V.A- I.T.P.P. 12 alla progr. 11.220 m - portata trattata 6 l/s – Recapito: Impluvio
- 2) V.A- I.T.P.P. 13 alla progr. 12.400 m – portata trattata 5 l/s - Recapito: Cava Fontanazza
- 3) V.A- I.T.P.P. 14 alla progr. 13.700 m – portata trattata 3 l/s - Recapito: Cava Fontanazza

L'impianto di trattamento della viabilità secondaria denominata Tronco 34 per il tratto che va dalla progressiva 1.310 alla progressiva 1.670 è il seguente:


- 1) I.T.P.P. 18 alla progr. 1.370 m - portata trattata 20 l/s

3.1.6. Canalizzazione del Torrente Cava del Bosco all'altezza dell'area aeroportuale di Comiso

Esposto nella premessa del capitolo lo stato di fatto e le criticità che caratterizzano la canalizzazione in oggetto si descriverà nel proseguo le scelte progettuali fatte.

Le indicazioni del Committente sull'argomento sono state le seguenti:

- utilizzare la canalizzazione esistente adeguando la sezione idraulica al deflusso di una portata di piena con tempo di ritorno di 200 anni;
- superamento delle criticità riscontrate;
- riqualificazione dell'opera dal punto di vista ambientale.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Nella scelta progettuale di notevole peso è stata l'esigenza dell'Amministrazione di riqualificare l'opera idraulica.

Tale esigenza nasce da considerazioni sia di carattere generale, riguardanti l'aspetto ambientale legato all'annoso problema della cementificazione dei corsi d'acqua, sia di carattere specifico visto che il canale, come già detto, si interpone fra la viabilità esistente (e di progetto) e quella parte di perimetro esterno dell'area aeroportuale in cui insistono e insisteranno gli ingressi principali del nuovo aeroporto di Comiso.

Segue che la riqualificazione dell'opera è un'esigenza condivisibile e necessaria, inquadrata in un miglioramento dell'aspetto visivo-ambientale. Per meglio trasmettere tali considerazioni si riportano delle foto dello stato di fatto in prossimità dell'attuale ingresso principale.




Foto 1: canale - vista da monte verso valle



Foto 2: canale - vista da valle verso monte

Come detto questo aspetto ha condizionato la scelta progettuale, infatti si sono effettuate diverse ipotesi tenendo però conto sia delle indicazioni del committente sia due ulteriori aspetti contingenti:

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

1) l'esiguità degli spazi planimetrici, pari a circa 6 m, a disposizione visto la presenza, in destra idraulica, della viabilità di progetto che riutilizzerà il sedime dell'esistente, e in sinistra idraulica l'area aeroportuale; 2) l'aspetto economico visto il notevole sviluppo dell'opera (circa 2,20 km).

Quindi, tenendo conto di tali aspetti, una prima ipotesi di una canalizzazione da realizzare interamente con tecniche proprie dell'ingegneria naturalistica tipo la realizzazione della sezione idraulica con l'utilizzo di gabbionate e materassini tipo Reno veniva scartata sia perché in contrasto con l'indicazione di riutilizzare il canale esistente sia per la mancanza di spazio per l'inserimento della sezione necessaria (si esigeva, infatti, per il convogliamento della portata di colmo per un tempo di ritorno pari a 200 anni pari a circa 40,0 mc/s, una sezione complessiva, tenendo conto anche delle sponde, di circa 14,00 m) sia per il notevole costo di realizzazione visto che oltre al costo di realizzazione si doveva aggiungere il costo della demolizione dell'intero canale esistente.

Altra ipotesi scartata prevedeva la realizzazione di una sezione trapezia rivestita, nelle parti a vista, con scapoli di pietrame. Tale soluzione, se permetteva in parte di riutilizzare il canale esistente, esigeva una sezione complessiva prossima ai 10 m di larghezza, ricadendo così nelle problematiche sopra esposte.

Il compromesso raggiunto è stato quello di riutilizzare la sezione rettangolare rivestita, nelle parti a vista, con scapoli di pietrame.

Raggiunta tale scelta si è provveduto ad effettuare le verifiche idrauliche con la sezioni esistenti rivestite in pietrame.

Come descritto, lungo l'intero sviluppo del canale si succedono, da monte verso valle, sezioni trasversali che progressivamente si riducono di dimensione. Si passa dai primi 125 m a sezione rettangolare di dimensioni 5,00 m x 2,00 m (trascurando il tratto ortogonale alla viabilità di progetto inutilizzabile ai nostri fini), a gli ultimi 750 m aventi una sezione rettangolare di dimensioni 1,60 m x 1,40 m.

Si riportano alcune foto esplicative di tale stato di fatto procedendo dall'inizio del canale verso valle:




 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Foto3: canale – immissione nel canale




Foto4: canale – subito a valle dell’ immissione



Foto 2: canale - vista da valle verso monte



 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---


*Foto 5: canale - vista da monte verso valle,
primo marcato restringimento e tombino*



*Foto 6: canale - vista da monte verso valle,
secondo restringimento e cambio sezione*



*Foto 7: canale - vista da monte verso valle,
terzo restringimento e cambio sezione*

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---




*Foto 8: canale - vista da valle verso monte,
ulteriore restringimento*

E' intuitivo che escludendo la parte di monte di tale canale, caratterizzata da sezioni nette comprese fra 5,00 x 2,00 m (per uno sviluppo di 125 m) e 4,65 x 2,00 m (per uno sviluppo di 645,00 m), la rimanente parte di canale è nettamente insufficiente al convogliamento della portata di progetto e non è nemmeno idonea ad essere adeguata all'esigenza.

La verifica delle sezioni di monte, hanno evidenziato l'insufficienza di tali sezioni al convogliamento delle portate di colmo, quindi si è reso necessario prevedere l'adeguamento delle stesse. Visto le problematiche legate agli spazi, si è fissata in 7 m la larghezza massima della sezione ipotizzando di provvedere all'innalzamento delle sponde.

I risultati delle verifiche effettuate in moto permanente (che vengono riportate nell'apposita relazione di calcolo in allegato con la simulazione in moto permanente del Torrente Volpe preso in considerazione) hanno evidenziato che la sezione idonea al convogliamento delle portate di colmo per un tempo di ritorno di 200 anni per data pendenza fissata (dall'opera esistente) e rispettando un franco non inferiore all'altezza cinetica della corrente dovrà avere dimensioni nette 7,50 x 3,00 m.

Si riporta lo schema dei lavori di adeguamento che si realizzeranno sulle sezioni di monte per il loro adeguamento.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

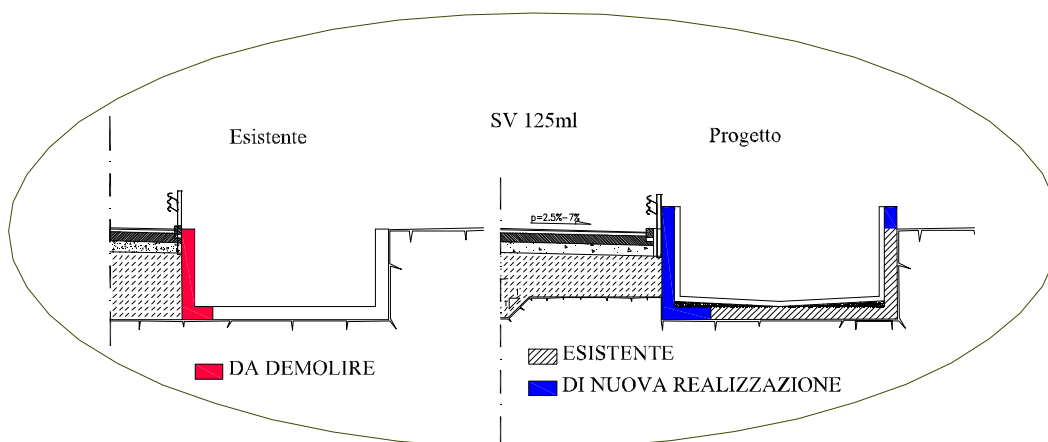



fig.1: lavori di adeguamento nella sezione trasversale esistente

Come accennato, la rimanente parte del canale avente sezioni nettamente insufficienti verranno demolite e si realizzerà per intero la sezione di progetto.

In riguardo alle criticità riscontrate e in particolar modo al passaggio dell'alveo naturale al canale, si è provveduto ad abbandonare il tracciato iniziale del canale esistente. Infatti, si prevede una sistemazione idraulica iniziale del vallone a monte della rotatoria 2 di accesso all'aeroporto in modo tale da regolarizzare la corrente idrica. Tale sistemazione sarà realizzata costituendo una adeguata sezione con gabbioni per le sponde e per il fondo. Tale sistemazione, procedendo da monte verso valle, verrà raccordata con il canale esistente con la realizzazione del canale in c.a avente sezione sopra descritta. Il superamento delle rotatorie previste dal progetto stradale avverrà grazie a scatolari, il cui sviluppo sarà il minimo indispensabile per diminuire problematiche legate ad eventuali ostruzioni della sezione trasversale dell'opera.

Si riporta nelle seguenti figure lo stato di fatto e di progetto.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

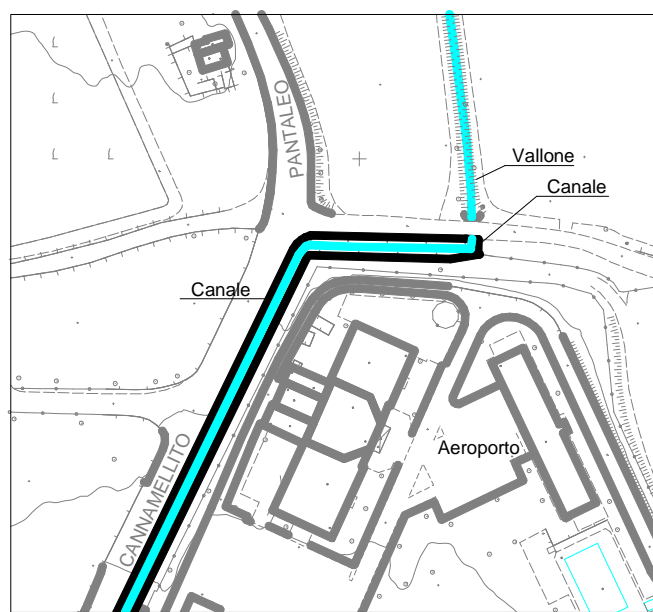


fig.2: stato di fatto

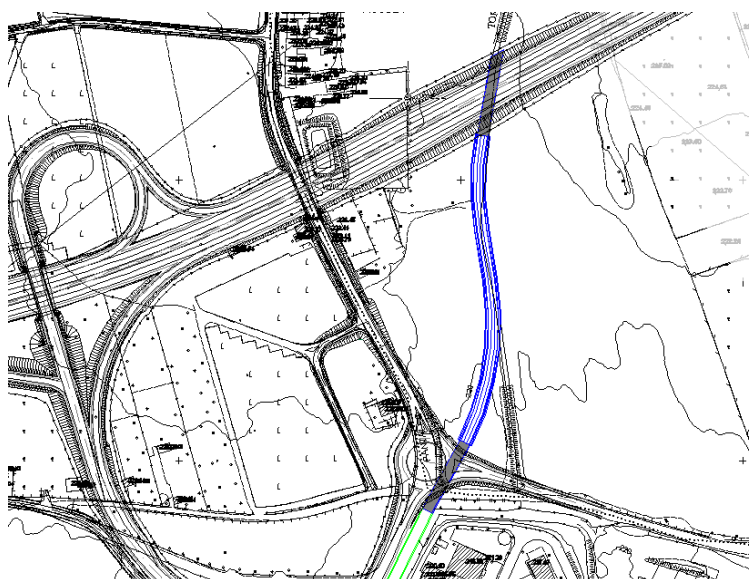



fig.4: progetto

É stata prevista anche la sistemazione, con tecniche di ingegneria naturalistica, dell'alveo naturale subito a valle della fine del canale sempre nell'ottica di regolarizzare la corrente idrica e anche a protezione di alcune costruzioni presenti.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

4. Dimensionamento delle opere idrauliche

4.1.1. Calcolo delle portate di drenaggio

L'intero asse stradale è stato suddiviso in tratte elementari, con riferimento al modello di schema elementare di drenaggio di cui al paragrafo precedente.

La portata meteorica di ciascuna tratta elementare è stata calcolata applicando il metodo razionale secondo la seguente espressione :

$$Q = \frac{\phi \cdot h \cdot S}{60 \cdot t_c}$$

Essendo :

- Q [l/s] = Portata al colmo di piena ;
- S [m²] = Superficie del bacino scolante;
- h [mm] = Altezza di pioggia per un tempo pari a quello di corrivazione;
- t_c [min] = Tempo di corrivazione del bacino
- φ = Coefficiente medio di deflusso.

Per il calcolo del tempo di corrivazione si è adottata la formula consigliata dal Civil Engineering Department dell'Università del Maryland ("Le Opere idrauliche nelle costruzioni stradali" L. Da Deppo e C. Datei) :

$$t_c = \frac{26,3 \cdot (L / K_s)^{0,6}}{j^{0,4} \cdot i^{0,3}}$$


Avendo posto :

- t_c [s] = Tempo di corrivazione della superficie scolante
- L [m] = Lunghezza della cunetta o della superficie scolante ;
- K_s [m^{1/3}/s] = Coefficiente di scabrezza secondo Gauckler- Strickler;
- j [m/h] = Intensità di precipitazione;
- i [m /m] = Pendenza media della superficie scolante.

Lo studio delle precipitazioni conduce ad assegnare la ben nota espressione all'altezza h di pioggia cioè h=atⁿ e quindi all'intensità di pioggia l'espressione j=h/t=at⁽ⁿ⁻¹⁾. Posto t=t_c (tenendo conto che t (ore) e t_c (s)) , operando la sostituzione di j nella espressione precedente, avremo in modo diretto:

$$t_c = \left[\frac{26,3 \cdot (L / K_s)^{0,6}}{3600^{(1-n)0,4} \times a^{0,4} \times i^{0,3n}} \right]^{1/(0,6+0,4n)}$$

Per il calcolo dell'intensità di precipitazione si fa riferimento alle curve di probabilità pluviometrica sopra richiamata (sottozona C):

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

$$h'_{t,T} = 0.5015 - 0.003516 t + (0.000372 t^2 + 0.00102 t + 1.0101) \log T ;$$

elaborate per un tempo di ritorno di 25 anni.

E' stato tuttavia riconosciuto che tale curva non fornisce risultati attendibili per durate della pioggia inferiori all'ora. In questo caso, occorre prima calcolare la pioggia di massima intensità e di durata 1 ora attraverso la formula sopra riportata e poi applicare la seguente formula di riduzione di Ferro e Ferreri valida per il territorio siciliano:

$$h_{t,T} = h_{1,T} \left(\frac{t}{60} \right)^{0.385}$$

in cui t è la durata in minuti primi.

Quindi:


$$h'_{t,25} = 60,98 \text{ (mm)}$$

$$h_{t,25} = 60,98 \left(\frac{t}{60} \right)^{0.385}$$

Per il calcolo del coefficiente di deflusso medio da assegnare ad una carreggiata, si è considerato un valore medio pari a 0,85.

Il coefficiente di scabrezza K_s per pavimentazioni in asfalto è stato fissato pari $70[m^{1/3}/s]$ secondo Gauckler- Strickler.

Si riportano nella relazione di calcolo la tabella riepilogativa della stima delle portate di piattaforma.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

4.1.2. Dimensionamento dell'interasse delle caditoie

Il dimensionamento dell'interasse da assegnare alle caditoie viene determinata imponendo, che a fronte di uno scroscio di pioggia, con tempo di ritorno di 25 anni, non si abbia sul margine esterno della banchina un velo liquido superiore a qualche millimetro, contenendo in ogni caso la vena liquida entro la banchina stessa. Medesimo ragionamento per quanto riguarda i tratti in cui sono state previste delle cunette alla francese. In questo caso l'interasse fra successive caditoie è data dalla verifica della massima portata convogliabile dalla cunetta stessa per data portata affluente.

Per i tratti privi di cunetta alla francese si verifica che la lama liquida di tirante h e portata Q che scorre sulla banchina, entro una sezione triangolare di altezza totale h_{max} e larghezza b_{max} (fissata a 1,00 m inferiore allo sviluppo totale della banchina pari a 1,75 m), contro il cordolo, e lato inclinato della pendenza trasversale della banchina, con una pendenza motrice pari a quella longitudinale della strada, deve essere contenuta entro la banchina.

La formula della portata, utilizzando l'equazione di continuità e l'espressione di Chezy per la velocità, si scrive:

$$Q = S \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

essendo :


- Q [l/s] = Portata;
- S [m²] = Area della sezione idraulica ;
- $\chi = c R^{(1/6)}$ [m^{0.5}/sec] = Coefficiente di resistenza secondo Gauckler- Strickler;
- c [m^{1/3}/s] = Indice di scabrezza secondo Gauckler- Strickler;
- R [m] = Raggio idraulico;
- i [m /m] = Pendenza di fondo del canale.

Si riportano nella relazione di calcolo le tabelle di dimensionamento.

4.1.3. Calcolo tubazioni di convogliamento

Per il dimensionamento del sistema di tubazioni, si sono individuate , all'interno di ogni tratta elementare, alcune sezioni significative per le quali precedentemente è stata determinata la portata.

In queste sezioni, nota la portata, fissate le condizioni al contorno ed il diametro da utilizzare si effettua il calcolo di verifica, ipotizzando per il tratto a monte, un funzionamento della corrente in moto uniforme.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Nelle verifiche si è assunto per le tubazioni in pvc strutturato un indice di scabrezza secondo Glauckler – Strickler $c = 90 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$ mentre per le pendenze si assunti i valori di pendenza longitudinale della strada.

Si riportano nella relazione di calcolo le tabelle di dimensionamento.

4.1.4. Dispositivi di sicurezza per l'intrappolamento degli oli e idrocarburi e presidi idraulici per il trattamento delle acque prima pioggia


Per salvaguardare i recettori finali da eventuali sversamenti accidentali di oli e idrocarburi, a seguito di incidenti relativi a mezzi di trasporto in cisterna di tali sostanze, si sono previsti dei manufatti prefabbricati che permetteranno di intrappolare l'eventuale volume di oli o idrocarburi e non farlo defluire nelle vasche di trattamento finale, facendo invece defluire le acque nel caso di contemporaneità fra sversamento accidentale e evento meteorico. Tali manufatti avranno una capacità di accumulo pari a 30 mc corrispondente al volume che un autocisterna è in grado di trasportare a pieno carico e quindi al volume da invasare nella malaugurata ipotesi di incidente con riversamento del carico.

Tali manufatti, costituiti da monoblocchi prefabbricati in acciaio tubolare, nel funzionamento ordinario (cioè durante gli eventi meteorici) effettueranno un pretrattamento delle acque provenienti dalla relativa tratta stradale. Tale pretrattamento consiste in una sedimentazione dei materiali grossolani trasportati e in una disoleatura degli oli e idrocarburi non emulsionati.

Per la definizione e quindi il dimensionamento delle vasche di trattamento finale delle acque di pioggia si è proceduto con tre differenti modalità. La prima riguarda le vasche che si trovano a monte di corpi ricettori profondi (trincee disperdenti), la seconda riguardano le vasche che si trovano in prossimità di tutti i corpi ricettori superficiali (canali, torrenti, etc..) e la terza riguarda gli impianti di trattamento delle acque provenienti dalle secondarie di tipo 1 la cui disposizione piano altimetrica (di queste ultime viabilità) non ha permesso di convogliare le acque ai primi due sistemi sopra detti.

In particolare per gli scarichi profondi le vasche sono state dimensionate per invasare tutto il volume dell'onda di piena (nell'ipotesi che la durata di pioggia fosse pari al tempo di corrivazione), così da garantire per tutto il volume un trattamento nell'impianto situato subito a valle. Per quelle vasche che invece si trovano a monte di corpi ricettori superficiali si è proceduto triplicando i volumi che seguirebbero all'osservanza del punto 2 dell'art. 20 della suddetta Legge Regionale che cita:

"Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in quindici minuti; i coefficienti di afflusso alla rete si assumono pari ad 1 per le superfici coperte, lastricate od

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

impermeabilizzate e a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici coltivate.". Quest'ultimo criterio assicura con un certo margine di sicurezza il trattamento delle acque di prima pioggia. Per le secondarie di tipo 1, tenendo conto del minore volume di traffico a cui sono sottoposte, si è previsto di trattare i primi 5 mm di pioggia per eventi di durata di 15 minuti

4.1.5. Vasche di sicurezza

Come accennato le vasche di sicurezza sono manufatti in cui si realizzeranno due funzioni: permetteranno la sedimentazione dei materiali grossolani e la separazione degli oli e idrocarburi dalle acque piovane nel loro funzionamento ordinario, permetteranno di accumulare un volume pari a 30 mc di oli o idrocarburi nel caso eccezionale di incidente con riversamento del carico di un autocisterna, da qui la denominazione di vasche di sicurezza.

Il manufatto è costituito da un monoblocco compatto, con esclusivo funzionamento a gravità, in cui le due fasi di trattamento, sedimentazione e disoleatura, sono integrate.

La rimozione dei solidi sospesi sedimentabili viene ottenuta nella camera di sedimentazione posta a monte della sezione di separazione degli idrocarburi. Le acque dopo il primo trattamento, attraversano una griglia posta nella parte alta della parete per raggiungere la sezione di disoleazione avente capacità di accumulo pari a 30 mc.


In essa, pacchi lamellari coalescenti alveolari con sezione a nido d'ape, lavorando in equicorrente, facilitano la flottazione e l'aggregazione delle particelle di oli e idrocarburi facilitando così la separazione dall'acqua.

Completa il sistema, un percorso obbligato, canale di scarico, che preleva le acque dalla parte bassa della vasca di disoleazione, quando un otturatore automatico, ne consente il passaggio.

L'otturatore è un dispositivo a galleggiante (con galleggiante tarato per liquidi leggeri con densità fino a $0,90 \text{ g/cm}^3$) che chiude automaticamente l'uscita del separatore quando il livello dei materiali leggeri in sospensione raggiunge la capacità di ritenzione.

Per il monoblocco di sedimentazione e disoleazione si sono adottate le portate nominali di 100, 150 e 200 l/s.

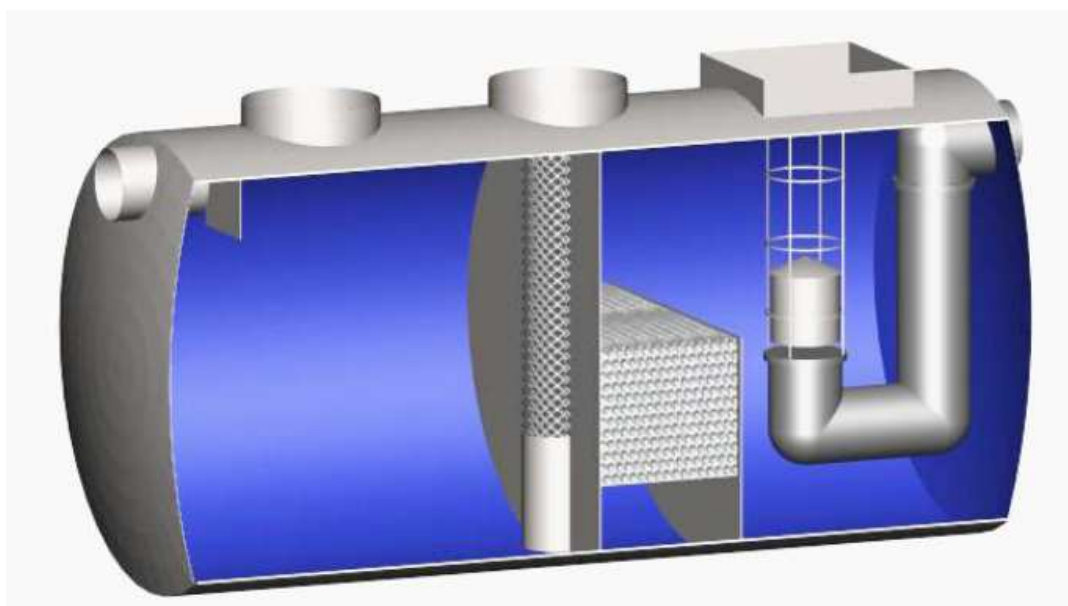
Gli impianti sono dimensionati e realizzati per non superare il limite di idrocarburi liberi (non emulsionati) secondo la metodologia prevista dalla norma EN 858 classe 1, garantendo un abbattimento del 99,88%. L'impianto è realizzato in lamiera di acciaio al carbonio tipo S235 JR conforme alla EN 10025. Lo spessore delle lamiere è di mm 4 e la protezione interna ed esterna è realizzata con vernici epossidiche poliuretaniche avente strato complessivo di 600 micron.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

I materiali inquinanti intrappolati nella vasca di sicurezza ed i fanghi della fase di sedimentazione, verranno raccolti e inviati, successivamente, in appositi centri di trattamento speciali.

Completa l'impianto di trattamento, un sistema di monitoraggio in continuo dello stato degli oli e idrocarburi in vasca tramite sensore collegato all'otturatore che permetterà di azionare un sistema di comunicazione che a sua volta, tramite GSM, invierà l'allarme di serbatoio pieno all'ente gestore.


Di seguito si riporta una raffigurazione del monoblocco in cui si evidenzia il primo comparto di sedimentazione e il secondo comparto con i filtri a coalescenza e l'otturatore in uscita:



4.1.6. Le acque meteoriche dilavanti piattaforme stradali

Inizialmente, gli inquinanti si accumulano sulle superfici stradali durante il periodo di tempo secco e successivamente vengono dilavati dagli eventi di pioggia (runoff). L'accumulo include un certo numero di processi e fenomeni (deposizione, erosione ad opera del vento, pulizia stradale, ...) che si verificano durante il periodo di tempo secco e producono una massa di polvere e inquinanti sulle superfici stradali. Il dilavamento include una serie di processi, tra i quali l'erosione, la risospensione e il trasporto delle polveri durante gli eventi di runoff.

La concentrazione e la massa di inquinanti dilavati dalle superfici stradali sono soggette a diverse variabili in termini spazio-temporali. Numerosi studi hanno cercato di determinare il corretto livello di inquinati presenti nelle acque di dilavamento attraverso campagne di campionamento e monitoraggio in

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---


specifiche aree. La caratterizzazione del bacino in termini di inquinanti è data dall'identificazione della sorgente di inquinamento. In pratica il carico inquinante può essere definito attraverso gli usi del suolo.

Numerosi studi condotti in diversi Paesi hanno evidenziato come le acque meteoriche di dilavamento provenienti dalle pavimentazioni delle strade urbane ed extraurbane, nonché delle loro aree di pertinenza (aree a parcheggio, aree di servizio, aree di caselli a pedaggio, ecc.) siano molto contaminate e possano determinare un rilevante impatto negativo sulla qualità del corpo idrico recettore. In molti Stati, la riduzione di questo impatto costituisce pertanto uno dei principali obiettivi dei piani di tutela ambientale. L'obiettivo può essere perseguito con molteplici metodologie, indicate come "Storm Water Best Management Practices". In Italia, in assenza di una normativa che disciplini la materia delle acque di dilavamento, la quasi totalità di tali acque è raccolta e canalizzata verso i ricettori superficiali o, in alternativa, infiltrata nelle opere di canalizzazione in terra contigue alla sede stradale. Sovente, queste pratiche causano insufficienze idrauliche nei ricettori, inquinamento del suolo e dei corpi idrici superficiali, contaminazione delle falde idriche. La tabella 1 illustra i principali agenti inquinanti che si depositano su strade e pertinenze stradali e le loro fonti di emissione (Ball et al., 1998).

L'acqua di pioggia dilava, quindi, gli inquinanti accumulati sulle superfici nel periodo antecedente l'evento meteorico (wash-off). In particolare, l'azione dell'acqua sul suolo si manifesta secondo due modalità: l'impatto delle gocce e lo scorrimento superficiale. Il primo provoca essenzialmente distacco, mentre il secondo trasporto delle particelle. L'entità di tali fenomeni è legata sia all'intensità e alla durata della precipitazione, sia alla tipologia di superficie dilavata. Come già affermato, la morfologia delle sedi stradali, la qualità del manto di usura, l'entità e tipologia del traffico veicolare e la destinazione d'uso delle aree attraversate condizionano le dinamiche di accumulo e dilavamento degli inquinanti sulle superfici. In particolare, la tabella 2 mostra i diversi valori di concentrazione di alcuni parametri inquinanti nelle acque di scorrimento su aree a parcheggio, sedi stradali ad alto, medio, basso traffico e strade in aree residenziali del bacino di Marquette (Bannerman, 1999). All'aumentare dell'importanza della strada in termini di flusso veicolare aumentano i carichi inquinanti; le concentrazioni di nutrienti, di sostanze organiche e di metalli pesanti misurate nelle arterie ad alto traffico sono due o tre volte superiori a quelle delle strade a medio traffico. Le strade residenziali e quelle ad alto traffico presentano un inquinamento organico confrontabile.


Nelle aree a parcheggio la concentrazione di idrocarburi è molto maggiore rispetto a quella riscontrata nelle strade; nella fase di accensione il veicolo consuma più carburante rispetto alla normale marcia; inoltre, durante la sosta le perdite di oli e benzine sono più frequenti (Ball et al. 1998).

La tabella 3, invece, riporta i dati sulle qualità delle acque di dilavamento da piattaforme stradali da fonte CALTRANS dipartimento dei Trasporti dello Stato della California. Sono dati mediani, derivanti

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---


dall'interpolazione di dati analitici sperimentali, e si può assumere siano verosimilmente le qualità medie delle acque meteoriche nel corso di un evento piovoso.

AGENTI INQUINANTI	PRINCIPALI FONTI DI EMISSIONE
PARTICOLATO	Consumo della pavimentazione, deposizione atmosferica, manutenzione stradale
AZOTO e FOSFORO	Deposizione atmosferica, fertilizzanti utilizzati sul bordo della strada
PIOMBO	Gas di scarico, consumo freni, oli lubrificanti, grassi, consumo cuscinetti
ZINCO	Usura dei pneumatici, olio motore, grassi, corrosione dei guard-rail
FERRO	Usura delle parti meccaniche dei veicoli, corrosione delle carrozzerie, strutture in ferro sulle strade (pannelli, guard-rail, segnaletica)
RAME	Usura freni, carrozzeria veicoli, usura delle parti meccaniche, insetticidi e anticrittogamici
CADMIO	Usura pneumatici
CROMO	Carrozzeria veicoli, consumo freni e frizione
NICHEL	Combustione a diesel, oli lubrificanti, carrozzerie, asfalto, consumo freni

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---


MANGANESE	Usura parti meccaniche
SODIO, CALCIO,COLORO	Prodotti antigelo
ZOLFO	Benzine, prodotti antigelo
PETROLIO	Perdite dai motori, asfalti e bitume
BROMO	Gas di scarico dei motori
GOMMA	Consumo pneumatici
AMIANTO	Consumo freni e frizione

Tabella 1 Agenti inquinanti di infrastrutture viarie e loro fonti di emissione

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---


Tipologia di strade	Fosforo (mg/l)	Azoto (mg/l)	Azoto Kjeldahl (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	IPA (µg/l)	Pirene (ppb)	Zinco solubile (µg/l)	Rame solubile (µg/l)
Parcheggio commerciale	0.20	1.94	1.6	10.5	75.6	12.2	64	10.7
Strada ad alto traffico	0.31	2.95	2.5	14.9	15.2	2.37	73	11.2
Strada a medio traffico	0.23	1.62	1.3	11.6	11.4	1.75	44	7.3
Strada a basso traffico	0.14	1.17	0.9	5.8	1.7	0.27	24	7.5
Strada residenziale	0.35	2.10	1.8	13.0	1.8	0.34	27	11.8

Tabella 2 Concentrazioni medie di alcuni inquinanti nelle acque di dilavamento di diverse tipologie di strade nel bacino di Marquette

 Provincia Regionale di Ragusa	<p>POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>Relazione Idraulica</p>	<p>SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.</p>
--	---	--

Conventional Constituents (mg/L, unless otherwise noted)	Range	Median
Chemical Oxygen Demand (COD)	10-390	100
Hardness (as CaCO ₃)	3.3-448	42
Total dissolved solids (TDS)	14-470	88
Total suspended solids (TSS)	3-4800	76
Turbidity (NTU)	9.9-290	110
Metals (µg/L)		
Aluminum (total)	29-12,600	1900
Aluminum (dissolved)	2.2-2500	19
Arsenic (total)	1-17	1.4
Arsenic (dissolved)	0.5-10	1
Cadmium (total)	0.5-378	0.69
Cadmium (dissolved)	0.25-13	0.25
Chromium (total)	1-100	6.7
Chromium (dissolved)	0.5-22	2.1
Copper (total)	1-800	29
Copper (dissolved)	1-154	11
Iron (total)	4.1-24,000	2300
Iron (dissolved)	1-7500	50
Lead (total)	1-2300	31
Lead (dissolved)	1-160	1.6
Nickel (total)	0.91-317	7.9
Nickel (dissolved)	0.5-36	2.5
Silver (total)	0.25-82	0.25
Silver (dissolved)	0.25-1	0.25
Zinc (total)	5-2400	150
Zinc (dissolved)	1-1180	45
Nutrients (mg/L)		
Ammonia, as N	0.19-4	1.1
Nitrate, as N	0.1-9.5	1
Nitrite, as N	0.05-1.7	0.05
Ortho-phosphate, as P	0.03-1.0	0.14
Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)	0.1-57	1.8
Total phosphorus	0.05-10	0.18
Microbiological (#/100 mL)		
Total Coliforms	20-500,000	1300
Fecal Coliforms	17-160,000	230
Oil and Grease (mg/L)		
	1-226	6

Tabella 3 Qualità delle acque di dilavamento da piattaforme stradali (Fonte COLTRANS)

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Problematiche riscontrate

Le problematiche derivanti dalle acque meteoriche di dilavamento che si riscontrano sono:

- Problema idraulico:
allontanare grandi quantità di acqua dal sedime stradale nel più breve tempo possibile
- Problema ambientale:
le portate allontanate presentano alte concentrazioni di inquinanti

I metalli disciolti

Uno dei dati che emerge dalla letteratura è la presenza nelle acque di dilavamento autostradale di metalli pesanti i quali sono associati in parte alla componente sedimentabile ed in parte alla componente disciolta.


La porzione disciolta passa senza subire alcuna forma di trattamento attraverso un sistema di sedimentatore tradizionale, e pertanto tale inquinante verrebbe di conseguenza scaricata tal quale al corpo recettore.

4.1.7. Soluzione progettuale

La soluzione progettuale per l'abbattimento degli inquinanti presenti nelle acque meteoriche di dilavamento è stata la realizzazione del trattamento delle portate in arrivo mediante sistemi di filtrazione in continuo, in modo da rendere le acque trattate adeguate ed idonee per una dispersione nel terreno.

In particolare sono stati previsti i seguenti obiettivi:

- Trattare mediamente il 100% delle portate di progetto (calcolate per tempi di ritorno pari a 25 anni) che verranno scaricate in profondità nel terreno, mentre trattare i primi 15 mm di pioggia per le tratte che scaricano nel reticolo idrografico superficiale.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

- Rimuovere gli inquinanti associati al dilavamento stradale, con particolare attenzione, oltre agli oli e ai materiale sedimentabili, ai metalli pesanti anche in forma disciolta che rappresentano la maggior criticità nelle acque di dilavamento.

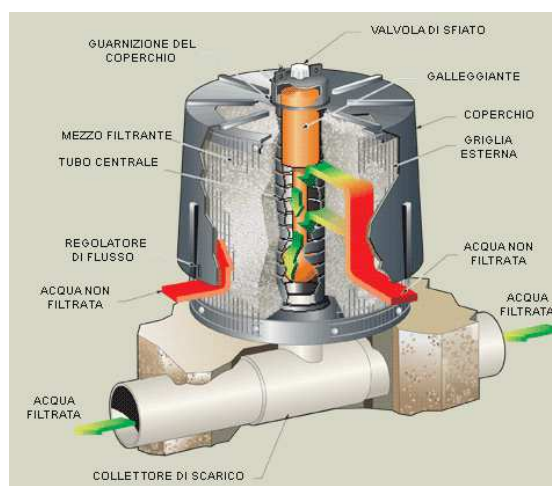
- Ridurre l' allontanamento di grossi volumi di acque di pioggia, cercando di riutilizzare le stesse all'interno del ciclo naturale, il più vicino possibile al punto di caduta.


4.1.8. Il sistema di filtraggio in continuo

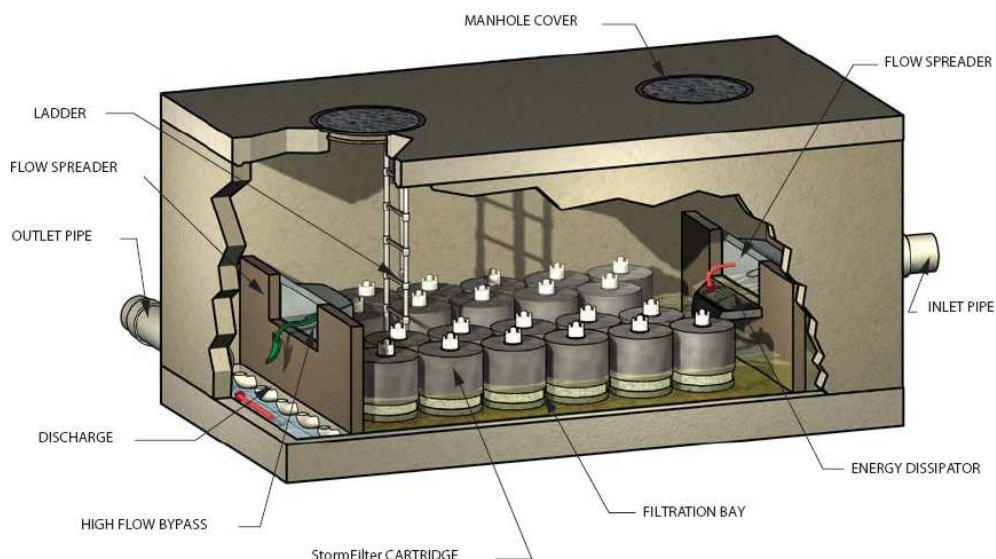
Si tratta di un sistema di filtraggio passivo dell'acqua, basato su un effetto sifone, realizzato per mezzo di un alloggiamento in cemento che ospita delle cartucce filtranti ricaricabili.

Il Sistema si basa su un insieme di cartucce filtranti che trattengono il particolato ed adsorbono le sostanze inquinanti come metalli disciolti, nutrienti e idrocarburi.

E' una tecnologia innovativa di semplice concezione, facile da installare e da manutentare; è basata su un sistema di filtrazione passiva attraverso una cartuccia a riempimento e consente di trattare in linea l'intera portata afferente, non comporta l'utilizzo di reagenti flocculanti né l'utilizzo di sistemi elettromeccanici di sollevamento.



 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---




Durante un evento di pioggia l'acqua filtra orizzontalmente attraverso la cartuccia e ne riempie il tubo centrale dove vi è un galleggiante in posizione di chiusura; all'aumentare del livello dell'acqua l'aria contenuta nel filtro viene man mano espulsa attraverso una apposita valvola presente sulla sommità della cartuccia.

Quando il tubo centrale è riempito (per un'altezza di circa 18", pari a 45 cm), il galleggiante si porta in posizione di apertura permettendo all'acqua filtrata di fluire dal fondo della cartuccia nel sistema di raccolta. L'uscita dell'acqua filtrata fa sì che l'aria rientri nella cartuccia, quindi la valvola si chiude e inizia un effetto sifone che trascina via l'acqua inquinata dall'intera superficie e volume del filtro.

In tal modo è l'intera cartuccia che filtra l'acqua durante l'evento meteorico, a prescindere dal livello dell'acqua presente nel comparto di filtraggio.

Questo processo continua fino a che il livello dell'acqua scende al di sotto dei regolatori di sfiato, quindi l'effetto sifone cessa e l'aria viene velocemente sospinta tra la parte interna dell'involucro della cartuccia e la parte esterna del filtro.

Ciò crea una forte turbolenza tra le due superfici, con il conseguente rilascio dei sedimenti accumulati che vanno a depositarsi sul fondo dell'alloggiamento.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Questo meccanismo autopulente mantiene la permeabilità della superficie filtrante e aumenta la durata e il rendimento del sistema.


Dal punto di vista idraulico ogni filtro ha una capacità di trattamento costante pari ad 1 l/sec.

Il sistema utilizza una combinazione di mezzi filtranti per rimuovere le sostanze inquinanti dalle acque di pioggia.


- **PERLITE:** La perlite è una cenere vulcanica naturale espansa. La sua elevata porosità, la struttura multicellulare e la forma rugosa, rendono la perlite molto efficace nella rimozione di particelle sottili. La perlite può essere usata come mezzo filtrante da sola oppure assieme ad altri materiali filtranti. Come materiale unico, la perlite rimuove efficacemente solidi in sospensione (TSS), oli e grassi.
- **ZEOLITE:** La zeolite è usata per rimuovere metalli solubili, ammoniaca e materiale organico.
- **GAC (CARBONE ATTIVO GRANULARE):** Questo materiale è conosciuto per la sua struttura a micropori e per l'estesa superficie specifica, la quale fornisce alti livelli di assorbimento. Applicato alle acque di pioggia, in un sistema di trattamento StormFilter, rimuove principalmente oli, grassi e materiali organici (come il pentaclorofenolo e il TNT).

Le rese del sistema :

parametro	rese StormFilter (%)
Chemical Oxygen Demand (COD)	57%
Total suspended solids (TSS)	96%
Ammonia, as N	40%

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Nitrate, as N	40%
Nitrite, as N	40%
Total phosphorus	60%
Oil and Grease (mg/L)	80%
Parametro	Rese StormFilter (%)
Chemical Oxygen Demand (COD)	57%
Total suspended solids (TSS)	96%
Nutrients (mg/L)	
Ammonia, as N	40%
Nitrate, as N	40%
Nitrite, as N	40%


 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

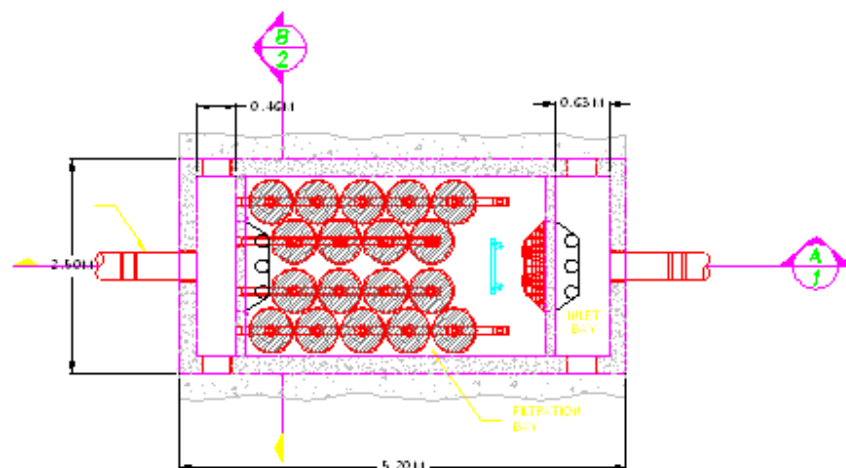
Total phosphorus	60%
Oil and Grease (mg/L)	80%

La figura sotto riportata mostra il confronto tra acqua di dilavamento di superficie stradale non trattata (bottiglia a destra) e acqua di dilavamento di superficie stradale trattata con il sistema previsto (bottiglia a sinistra).



La vasca di trattamento – un esempio

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---



- Capacità di trattamento $\rightarrow 2 - 7 \text{ l/sec}$

Scarico sul suolo

Per lo scarico nel suolo si fa riferimento ai limiti di emissione della Tabella 4, Allegato 5, Parte Terza del D.Lgs. 152/06 come sancito dall'Art 103 del suddetto decreto.



 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Tabella 4. Limiti di emissione per le acque reflue urbane ed industriali che recapitano sul suolo


		unità di misur a	(il valore della concentrazione deve essere minore o uguale a quello indicato)
1	pH		6-8
2	SAR		10
3	Materiali grossolani	-	assenti
4	Solidi sospesi totali	mg/L	25
5	BOD5	mg O2/L	20
6	COD	mg O2/L	100
7	Azoto totale	mg N /L	15
8	Fosforo totale	mg P/L	2
9	Tensioattivi totali	mg/L	0,5
10	Alluminio	mg/L	1
11	Berillio	mg/L	0,1
12	Arsenico	mg/L	0,05
13	Bario	mg/L	10
14	Boro	mg/L	0,5
15	Cromo totale	mg/L	1
16	Ferro	mg/L	2
17	Manganese	mg/L	0,2
18	Nichel	mg/L	0,2
19	Piombo	mg/L	0,1
20	Rame	mg/L	0,1
21	Selenio	mg/L	0,002

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

2	Stagno	mg/L	3
2			
2	Vanadio	mg/L	0,1
3			
2	Zinco	mg/L	0,5
4			
2	Solfuri	mg H ₂ S/ L	0,5
5			
2	Solfiti	mg SO ₃ / L	0,5
6			
2	Solfati	mgSO ₄ / L	500
7			
2	Cloro attivo	mg/L	0,2
8			
2	Cloruri	mg Cl/L	200
9			
3	Fluoruri	mg F/L	1
0			
3	Fenoli totali	mg/L	0,1
1			
3	Aldeidi totali	mg/L	0,5
2			
3	Solventi organici aromatici totali	mg/L	0,01
3			
3	Solventi organici azotati totali	mg/L	0,01
4			
3	Saggio di tossicità su Daphnia magna (vedi nota 8 di tabella 3)	LC50 24h	il campione non è accettabile quando dopo 24 ore il numero degli organismi immobili è uguale o maggiore del 50% del totale
5			
3	Escherichia coli (1)	UFC/ 100 mL	
6			

4.1.9. Impianti di trattamento I.T.P.P. 15, 16, 17 e 18

Gli impianti di trattamento delle acque provenienti dalle secondarie di tipo 1, la cui disposizione piano altimetrica (di queste ultime viabilità) non ha permesso di convogliare le acque ai sistemi di trattamento

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

nei paragrafi precedenti descritti hanno caratteristiche differenti si è previsto, infatti, l'utilizzo di impianti di trattamento di sedimentazione e disoleazione statica in continuo.

Il sistema di trattamento scelto, è progettato per trattare in maniera statica, senza organi elettromeccanici, acque cariche di materiali decantabili, grassi/oli minerali non emulsionati ed idrocarburi.

L'impianto progettato ha la specifica funzione di trattare in continuo le acque di pioggia che dilavano superfici scoperte al fine di smaltirle al recettore finale.


L'impianto è costituito da due vasche prefabbricate in C.A.V. in monoblocco, collegate tra di loro, e corredate di tutti i dispositivi necessari a realizzare i singoli comparti di trattamento.

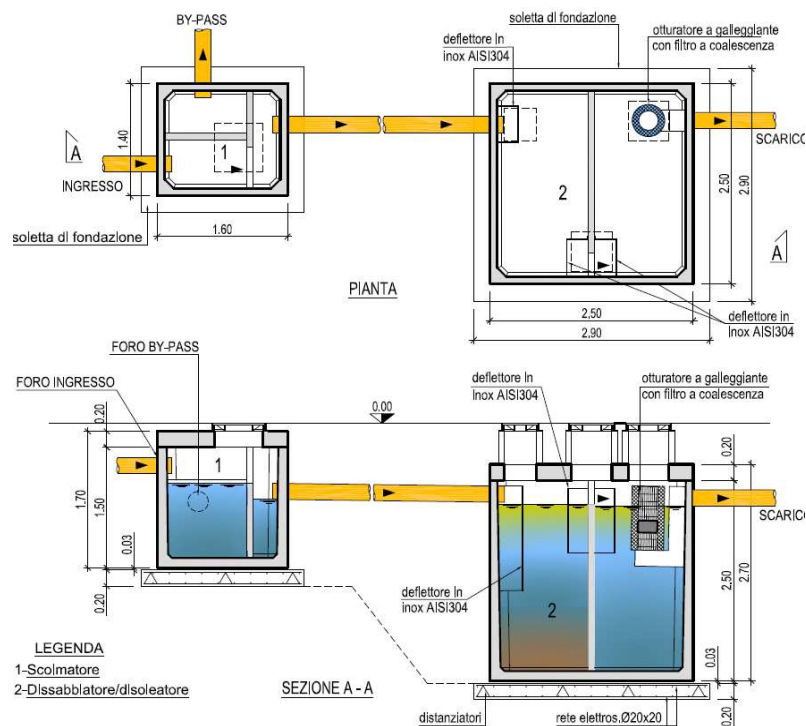
Il 1° modulo prefabbricato denominato "SCOLMATORE" conterrà internamente le seguenti fasi di trattamento e/o i seguenti componenti:

- deviazione delle acque prima pioggia cioè la frazione di pioggia di ogni evento meteorico pari ai primi 5 mm, per mezzo di soglia con stramazzo opportunamente dimensionata;
- immissione delle acque di 2° pioggia tramite tubazione di by-pass.

Il 2° modulo prefabbricato denominato "DISSABBIATORE-DISOLEATORE STATICO" conterrà internamente le seguenti fasi di trattamento e/o i seguenti componenti:

- decantazione del materiale sedimentabile che per effetto gravitazionale tende a depositarsi sul fondo delle vasche (fango, sabbie, morchie, ecc...);
- disoleazione statica di tutte quelle sostanze leggere oleose che tendono a galleggiare in superficie (grassi e oli minerali, idrocarburi non emulsionati);
- filtrazione a coalescenza dell'effluente allo scopo di bloccare eventuali particelle di oli, grassi o idrocarburi ancora in sospensione nelle acque;
- dispositivo di chiusura automatica dello scarico finale (otturatore a galleggiante tarato per liquidi leggeri) per impedire sversamenti accidentali di reflui non trattati;
- allarme livello max. oli accumulati (controllo con sonda sommergibile) che segnala il raggiungimento di un determinato accumulo di oli flottati sulla superficie del disoleatore. Tale sistema di allarme controllato da apposita centralina permetterà di comunicare, tramite GSM, agli addetti alla manutenzione l'avvenuto raggiungimento del livello massimo consentito.


 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---



Schema tipo impianto di trattamento acque di prima pioggia (rif. potenzialità 20l/s)



Comparto di disoleatura con in evidenza il filtro a coalescenza

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

4.1.10. Ubicazione e funzionamento delle vasche

Le vasche di raccolta e trattamento delle acque di piattaforma stradale sono state posizionate lungo l'intero tracciato stradale compatibilmente con lo sviluppo plano-altimetrico, dei corpi ricettori, ed ancora dallo studio delle caratteristiche della risorsa idrica unitamente ad una approfondita analisi della situazione idrogeologica del territorio oggetto dell'intervento.

Complessivamente, si prevedono 23 presidi ambientali, suddivisi in n. 13 (da TPP.1 a TPP.5 ter) a monte di corpi ricettori profondi, e n. 10 a monte di corpi ricettori superficiali, le cui caratteristiche principali vengono riassunte nella tabella a seguire. Inoltre si prevedono n.4 impianti di trattamento per il trattamento della prima pioggia provenienti da alcune tratte della viabilità secondaria di tipo 1.

Le vasche di accumulo e trattamento sono state dimensionate in modo che il loro svuotamento avvenga in un arco di tempo inferiore alle 24 h, di seguito si allegano le verifiche dei tempi di svuotamento ipotizzando la portata variabile con il carico idrico all'interno della vasca, ipotesi cautelativa considerando che il sistema è pensato in modo tale che i stessi filtri facciano da limitatori di portata e fanno defluire a valle le portate trattate con portata costante.

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva del dimensionamento mentre in allegato verranno riportati i dati calcolo per esteso.



 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

TABELLA RIASSUNTIVA DELLE DIMENSIONI VASCHE DI RACCOLTA ED ACCUMULO ACQUE DI PIOGGIA

Num.	Denominazione vasca di accumulo	Sup. netta accumulo mq [mq]	Volume di accumulo di progetto utile [mc]	Lunghezza interna netta [m]	Larghezza interna netta [m]	Altezza interna netta [m]	Massima portata uscente dalle vasche nonché potenzialità impianto trattamento acque di pioggia [l/s]	Denominazione impianto di trattamento pioggia a servizio della vasca
1	V.A.1	36,0	72,0	6,00	6,00	2,50	2,00	I.T.P.1
2	V.A.1bis	42,0	84,0	7,00	6,00	2,50	2,00	I.T.P.1bis
3	V.A.1ter	54,0	108,0	9,00	6,00	2,50	3,00	I.T.P.1ter
4	V.A.2	96,0	192,0	16,00	6,00	2,50	5,00	I.T.P.2
5	V.A.2bis	108,0	216,0	18,00	6,00	2,50	6,00	I.T.P.2bis
6	V.A.2ter	42,0	84,0	7,00	6,00	2,50	3,00	I.T.P.2ter
7	V.A.3	36,0	72,0	6,00	6,00	2,50	2,00	I.T.P.3
8	V.A.3bis	36,0	72,0	6,00	6,00	2,50	2,00	I.T.P.3bis
9	V.A.4	48,0	96,0	8,00	6,00	2,50	3,00	I.T.P.4
10	V.A.4bis	114,0	228,0	19,00	6,00	2,50	6,00	I.T.P.4bis
11	V.A.5	90,0	180,0	15,00	6,00	2,50	5,00	I.T.P.5
12	V.A.5bis	90,0	180,0	15,00	6,00	2,50	5,00	I.T.P.5bis
13	V.A.5ter	60,0	120,0	10,00	6,00	2,50	4,00	I.T.P.5ter
14	V.A.6	66,0	132,0	11,00	6,00	2,50	4,00	I.T.P.P.6
15	V.A.6 bis	60,0	120,0	10,00	6,00	2,50	4,00	I.T.P.P.6 bis
16	V.A.7	132,0	264,0	22,00	6,00	2,50	7,00	I.T.P.P.7
17	V.A.8	135,0	270,0	22,50	6,00	2,50	7,00	I.T.P.P.8
18	V.A.9	120,0	240,0	20,00	6,00	2,50	6,00	I.T.P.P.9
19	V.A.10	72,0	144,0	12,00	6,00	2,50	4,00	I.T.P.P.10
20	V.A.11	78,0	156,0	13,00	6,00	2,50	4,00	I.T.P.P.11
21	V.A.12	108,0	216,0	18,00	6,00	2,50	6,00	I.T.P.P.12
22	V.A.13	144,0	288,0	24,00	6,00	2,50	5,00	I.T.P.P.13
23	V.A.14	42,0	84,0	7,00	6,00	2,50	3,00	I.T.P.P.14

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

4.1.11. Trincee disperdenti profonde

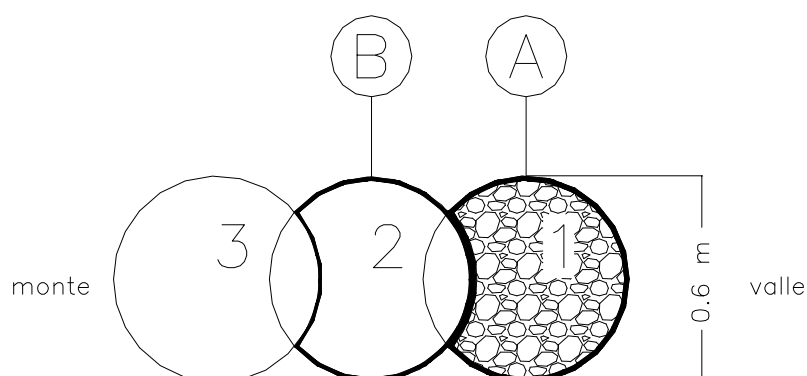
In corrispondenza dell'uscita dei trattamenti delle acque di prima pioggia numerati tra TPP.1 e TPP.5 ter lo smaltimento delle acque meteoriche viene realizzato mediante delle trincee disperdenti profonde, con profondità drenanti utili comprese tra i 6,0 ed gli 8,0 m.

Le trincee disperdenti profonde verranno realizzate attraverso un sistema di pali in ghiaia compenetrati, da realizzarsi secondo le seguenti fasi esecutive:


realizzazione di un foro di 0.6 m di diametro e di profondità secondo progetto(1, Fig.8);

- inserimento nel foro di un tubo *gobbo* rivestito con geotessile (**A**); riempimento del foro con materiale drenante costituito da ghiaione di diametro compreso tra 1 e 4 cm;
- realizzazione di un foro immediatamente a monte del precedente (**2**) sempre di 0.6 m di diametro e di lunghezza secondo progetto; inserimento nel secondo foro di un tubo gobbo rivestito di geotessile (**B**);
- riempimento del secondo foro con materiale drenante;

estrazione del primo tubo *gobbo*.



La profondità delle trincee disperdenti profonde è stata scelta anche in funzione di eventuali falde (sempre al di sopra del pelo libero individuato). La permeabilità dei terreni è stata determinata attraverso le prove di permeabilità effettuate lungo il tragitto stradale nei diversi litotipi interessati dalle

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

opere, mentre la stratigrafia si è rilevata dai profili geologici. Per maggiori approfondimenti si rimanda agli elaborati geologici, alle prove allegate al progetto ed agli elaborati grafici pertinenti.

Nota la portata da smaltire, pari alla massima smaltibile da ogni vasca di accumulo a monte di ciascun impianto di trattamento delle acque di prima pioggia, le variabili da determinare rimangono la profondità e lo sviluppo. Fissata la profondità, secondo i criteri sopra esposti, lo sviluppo della trincea è stato determinato risolvendo la nota equazione della portata smaltibile da un canale drenante che si esprime nella seguente formulazione:

$$Q = q \times L = (2 K H + b K) \times L$$

Dove K è il coefficiente di filtrazione, H l'altezza utile della trincea, b la base, L lo sviluppo longitudinale della trincea e q la portata smaltita per metro lineare di trincea.

Trascurando il contributo della base per ciascun impianto è stata determinata la lunghezza della relativa trincea drenante profonda.


Si riportano nella relazione di calcolo le tabelle di dimensionamento effettuati per ogni singolo impianto di smaltimento profondo.

4.2. *Opere idrauliche sulla rete di drenaggio naturale esistente*

4.2.1. **Verifica idraulica tombini**

Le verifiche idrauliche degli attraversamenti dei corsi d'acqua con tombini, ponti valutano il rispetto di un adeguato franco tra la quota del pelo libero dell'acqua e la quota sottotrave dei manufatti. Tale verifica è stata eseguita effettuando delle simulazioni in moto permanente (a cui si rimanda), di tutto l'alveo interessato dalle interferenze. con riferimento allo stato ante e post operam, per le portate valutate con tempo di ritorno di 200 anni

I riferimenti normativi degli attraversamenti fluviali sono contenuti nel Decreto Ministeriale del 2 agosto 1980 e in quello del 4 maggio 1990, ai quali ha fatto seguito la Circolare n. 34233 emanata in data 25 febbraio 1991 dal Ministero dei Lavori Pubblici, recante "Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali".

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Le norme prescrivono inoltre di assumere normalmente quale portata di progetto quella corrispondente a tempo di ritorno centennale per la quale i calcoli idraulici dovranno verificare la sussistenza di un franco minimo tra il livello di massima piena e l'impalcato del ponte.

Nel complesso, le norme emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici fissano il quadro di riferimento per lo sviluppo della relazione sugli aspetti idrologici, idrografici ed idraulici prescritta a corredo della progettazione dell'attraversamento fluviale, delineando anche i criteri generali che devono guidare l'articolazione di tale relazione. Non vengono fornite invece specifiche indicazioni circa le procedure di calcolo che devono essere eseguite per redigere la relazione idraulica ne prescrizioni vincolanti sulle caratteristiche costruttive del manufatto di attraversamento in relazione alle sue interferenze con l'alveo fluviale in cui viene a collocarsi ed in particolare sui limiti ammissibili per il franco idraulico, lasciando in tal modo ampi margini all'estensore della relazione medesima.

Il capitolato d'oneri per la redazione del progetto definitivo prescrive un franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idraulico di massima piena pari ad un metro. Per quanto riguarda i tombini che saranno previsti con due tipologia tombini in C.A. e tombini in tubo armco, il franco considerato sarà superiore al 30% dell'altezza utile e comunque superiore a 0,75 m.

Nella relazione di calcolo si riporta lo studio in moto permanente del Torrente Cava del Bosco e le verifiche in moto uniforme di tutti tombini previsti


4.3. Simulazione in moto permanente degli eventi di piena dei Torrenti Cava Favarotta, Cava Fontanazza e Cava del Bosco

4.3.1. Il modello idraulico utilizzato per le simulazioni

Il modello idraulico utilizzato nello studio è denominato HEC-RAS ed è stato sviluppato dall'US Army Corps Of Engineers. Con tale modello è possibile effettuare simulazioni di tipo monodimensionale del fenomeno di propagazione dell'onda di piena su corsi d'acqua. Il modello presuppone che siano fornite tutte le informazioni necessarie ed in particolare la geometria di un numero sufficiente di sezioni trasversali, le caratteristiche di scabrezza delle stesse, le caratteristiche degli attraversamenti.

Il programma consente di inserire sezioni trasversali fittizie, interpolando quelle rilevate, in modo da assicurare che il passo di discretizzazione spaziale non ecceda un assegnato valore limite.

Per l'analisi in moto permanente HEC-RAS determina il profilo del pelo libero tra una sezione e la successiva mediante la procedura iterativa denominata "standard step", risolvendo l'equazione del bilancio energetico:

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - h_e \quad (^\circ)$$

Y_1 e Y_2 sono le altezze d'acqua riferite al fondo dell'alveo;

Z_1 e Z_2 sono le altezze del fondo rispetto ad una quota di riferimento;

V_1 e V_2 sono le velocità medie della corrente nelle due sezioni estreme del tronco fluviale considerato;

α_1 e α_2 sono coefficienti di ragguaglio delle potenze cinetiche;

h_e è la perdita di carico tra le due sezioni considerate.

Il termine h_e dipende sia dalle perdite per attrito che da quelle per contrazione ed espansione. Si può valutare mediante la relazione:

$$h_e = L \cdot \bar{S}_f + C \cdot \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (^\circ^\circ)$$

dove:


L è la lunghezza del tronco considerato;

\bar{S}_f è la cadente media tra le due sezioni;

C è il coefficiente di perdita di carico per contrazione o espansione.

Il primo termine rappresenta la perdita totale per attrito, prodotto tra la distanza tra le due sezioni e la cadente media. Il programma prevede diverse possibilità di calcolo della cadente, che viene determinata presupponendo una suddivisione dell'alveo in sottosezioni all'interno dei quali la velocità possa ritenersi con buona approssimazione costante.

Il secondo termine dell'equazione per il calcolo delle perdite di carico rappresenta invece il contributo dovuto alla contrazione ed espansione dell'area bagnata; tali perdite sorgono nel momento in cui si abbia un allargamento o restringimento della sezione che determini una situazione di corrente non lineare. Il coefficiente C varia in un intervallo compreso tra 0.1 e 1.0 per correnti sub-critiche, mentre in caso di correnti veloci generalmente si assumono valori inferiori.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Per il calcolo della cadente \bar{S}_f si è utilizzata la formula di Chezy con espressione del coefficiente di Manning:

$$\bar{S}_f = \frac{V^2}{\chi^2 R} \quad \text{con} \quad \chi = \frac{1}{mR^{1/6}}$$


Dove il coefficiente per il coefficiente m si possono utilizzare i valori riportati nella tabella seguente:

Tabella 1 - Coefficiente di scabrezza m

Coefficiente m	Descrizione Alveo
0.012	Artificiale, regolato con sponde in cemento
0.020	Artificiale, letto ghiaioso e sponde in cemento
0.023	Letto ghiaioso e sponde in pietrame
0.033	Letto ghiaioso e sponde in scogliera
0.030	Naturale, con sponde regolari prive di vegetazione
0.040	Naturale, con sponde irregolari prive di vegetazione
0.050	Naturale, con sponde irregolari ed inerbite
0.100	Naturale, con sponde ricoperte di arbusti

L'altezza del pelo libero, in riferimento ad una assegnata sezione, viene determinata mediante una risoluzione iterativa delle equazioni ($^{\circ}$) e ($^{\circ\circ}$). Il modello fornisce inoltre i valori dell'altezza critica nelle diverse sezioni fluviali. Qualora si verificano transizioni da corrente lenta e veloce o viceversa, in tali segmenti di asta fluviale l'equazione di bilancio energetico è sostituita dall'equazione globale di equilibrio dinamico.

Il modello HEC-RAS consente di modellare l'effetto indotto sulla corrente dalla presenza di attraversamenti fluviali, nel caso che il deflusso attraverso il ponte avvenga a pelo libero ma anche in pressione. La perdita di energia causata dal ponte è divisa in tre parti: in primo luogo le perdite che si hanno nella zona immediatamente a valle del ponte dove, generalmente, si ha un'espansione della corrente. Sono poi considerate le perdite di energia che si verificano durante l'attraversamento del ponte, nonché le perdite che si hanno immediatamente a monte, ove la corrente subisce una contrazione.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Per lo studio del deflusso attraverso un ponte HEC-RAS fa riferimento a quattro sezioni fluviali trasversali: sezione a monte del ponte, sezione di ingresso al ponte, sezione in uscita al ponte e sezione a valle del ponte. Il calcolo può essere effettuato utilizzando diverse soluzioni.

Il metodo del bilancio energetico (metodo *standard step*), che è stato utilizzato nell'ambito del presente studio, tratta la sezione in cui è presente il ponte esattamente come le altre, ad eccezione del fatto che l'area occupata dalla struttura viene sottratta dall'area totale e che il perimetro bagnato risulta incrementato per via del contributo dato dal ponte stesso.


Poiché le perdite totali sono funzione delle perdite per attrito e delle perdite per contrazione ed espansione, occorre definire in questa fase i coefficienti necessari per il calcolo. In particolare, essendovi variazioni di velocità anche notevoli, il coefficiente di contrazione e soprattutto quello di espansione risulteranno sensibilmente maggiori dei valori assunti per i normali tronchi fluviali.

Il metodo del bilancio della quantità di moto si basa invece sull'applicazione dell'omonima equazione tra le quattro sezioni fluviali in precedenza descritte. Il modello permette all'utente di utilizzare, per lo studio di ogni ponte, ciascuno dei metodi sopra citati o eventualmente di selezionarli entrambi; il software provvede a restituire il profilo che prospetta la situazione caratterizzata da maggior criticità.

Assegnato il valore di portata di moto permanente, nel caso di corrente lenta occorre specificare una condizione al contorno di valle; viceversa, per correnti veloci, è richiesta la definizione di una condizione al contorno di monte. Per un regime transcritico, invece, si rende necessaria la specifica di entrambe le condizioni, ovvero a monte e a valle. HEC-RAS ammette la definizione delle condizioni al contorno attraverso la specifica di un valore di altezza assegnato, oppure imponendo il passaggio del profilo per l'altezza critica, oppure per l'altezza di moto uniforme.

4.3.2. Applicazione ai torrenti Cava Favarotta, Cava Fontanazza e Cava del Bosco – Stato ante operam

Il tratto oggetto dello studio ha uno sviluppo longitudinale di circa 8,5 km dalla località "Colfa" nei pressi dell'incrocio con la strada provinciale Comiso Chiaramonte Gulfi in cui insiste il torrente Cava Favarotta e, superata la provinciale, il torrente Cava Fontanazza fino all'area aeroportuale di Comiso dove il torrente prende la denominazione di Cava del Bosco.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Per lo studio idraulico sono state considerate n. 99 sezioni di calcolo e 8 attraversamenti tipo tombini (“culvert”) per una distanza media tra le sezioni di circa 85 m. Le sezioni in input al modello sono state identificate con la distanza progressiva in metri a partire da valle e procedendo verso monte. Nella modellazione sono stati utilizzati i seguenti coefficienti di scabrezza:


Alveo centrale del torrente	$m = 0.040$
Golene	$m = 0.050$
Sistemazione in gabbioni	$m = 0.030$
Alveo in cemento	$m = 0.020$
Coefficiente di perdita all’imbocco dei tombini	0.20

Le simulazioni sono state condotte in condizioni di moto permanente utilizzando le portate dello studio idrologico per tempi di ritorno pari a $T = 50, 100$ e 200 anni, calcolate in corrispondenza delle sezioni TP 11, T S.P. 82, TP06, TS 14 e T S.P. 5 e quindi interpolandole lungo l’asta fluviale a partire dalla sezione 1 fino alla sezione 90 (v. tabella n. 2 -Relazione di calcolo).

Nella tabella che segue sono riportate le sezioni di attraversamento di particolari manufatti (scatolari, tombini in armco etc.) che nella modellazione Hec-Ras vengono trattati come “culvert”.

Tabella 2 – Sezioni di particolare interesse

Progressiva Hec-Ras (m)	Culvert Hec-Ras	Descrizione
8365.65	Culvert.1	Attraversamento con scatolare
3382.79	Culvert.2	Attraversamento con scatolare
2932.06	Culvert.3	Attraversamento con armco ovoidale
2378.00	Culvert.4	Attraversamento con armco multiplo circolari
2167.87	Culvert.5	Attraversamento con scatolare
1260.40	Culvert.6	Attraversamento con tubo cls

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

875.26	Culvert.7	Attraversamento con scatolare
248.81	Culvert.8	Attraversamento con scatolare

Le condizioni al contorno sono state imposte nell'ultima sezione ipotizzando un tirante pari all'altezza di moto uniforme.

I risultati della simulazione sono riportati nella relazione di calcolo con portate di piena con tempi di ritorno $T=200$ anni, $T=100$ anni e per $T=50$ anni.

Si può notare che, a parte qualche tratto, la corrente si mantiene essenzialmente lenta o in condizioni prossime alle quelle critiche.

Lungo il percorso del corso d'acqua si individuano diverse zone di esondazione (v. Planimetrie delle esondazioni) che interessano anche il tratto limitrofo all'area aeroportuale.

Per quanto riguarda le condizioni di deflusso degli attraversamenti e dei tratti sistemati si evidenzia quanto segue:

– ***Tombino esistente culvert.1***

La sezione è idraulicamente sufficiente all'attraversamento della portata di verifica per tutti e tre i tempi di ritorno prefissati.

– ***Tombino esistente culvert2***

La sezione è idraulicamente insufficiente all'attraversamento della portata per tutti e tre i tempi di ritorno prefissati.

– ***Tombino esistente culvert3***

La sezione è idraulicamente insufficiente all'attraversamento della portata per tutti e tre i tempi di ritorno prefissati.


– ***Tombino esistente culvert4***

La sezione è idraulicamente insufficiente all'attraversamento della portata per tutti e tre i tempi di ritorno prefissati.

– ***Tombino esistente culvert5***

La sezione è idraulicamente insufficiente all'attraversamento della portata per tutti e tre i tempi di ritorno prefissati.

– ***Tombino esistente culvert6***

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

La sezione è idraulicamente insufficiente all'attraversamento della portata per tutti e tre i tempi di ritorno prefissati.

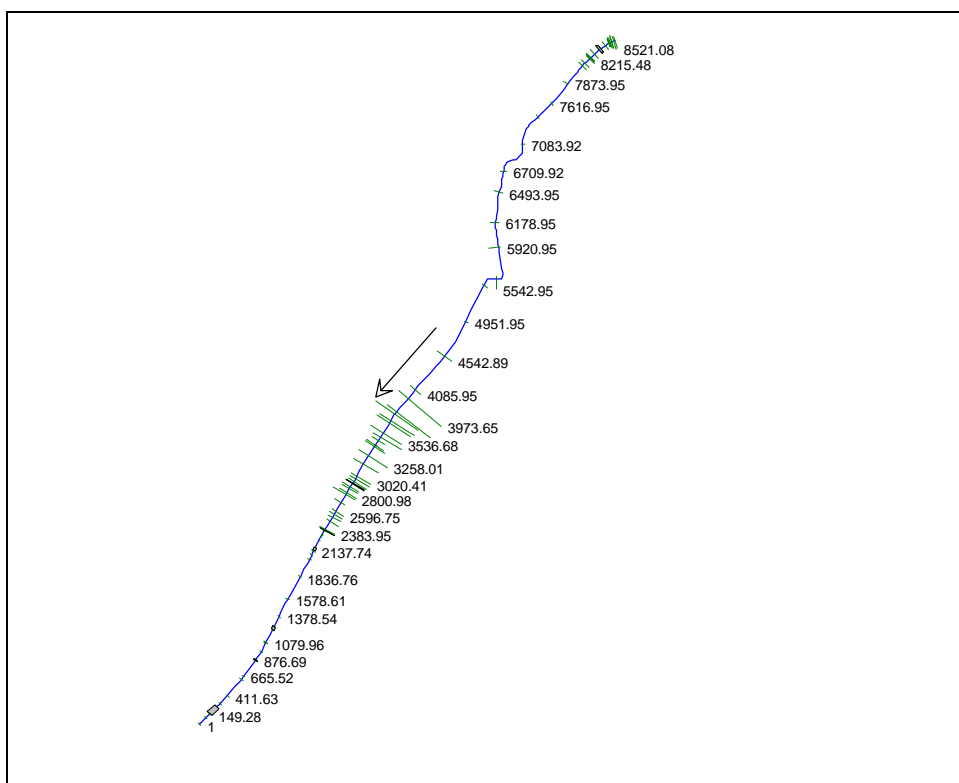
– ***Tombino esistente culvert7***

La sezione è idraulicamente insufficiente all'attraversamento della portata per tutti e tre i tempi di ritorno prefissati.

– ***Tombino esistente culvert8***

La sezione è idraulicamente insufficiente all'attraversamento della portata per tutti e tre i tempi di ritorno prefissati.

Figura 1 – Sezioni utilizzate per il calcolo idraulico del Torrente Cava del Bosco




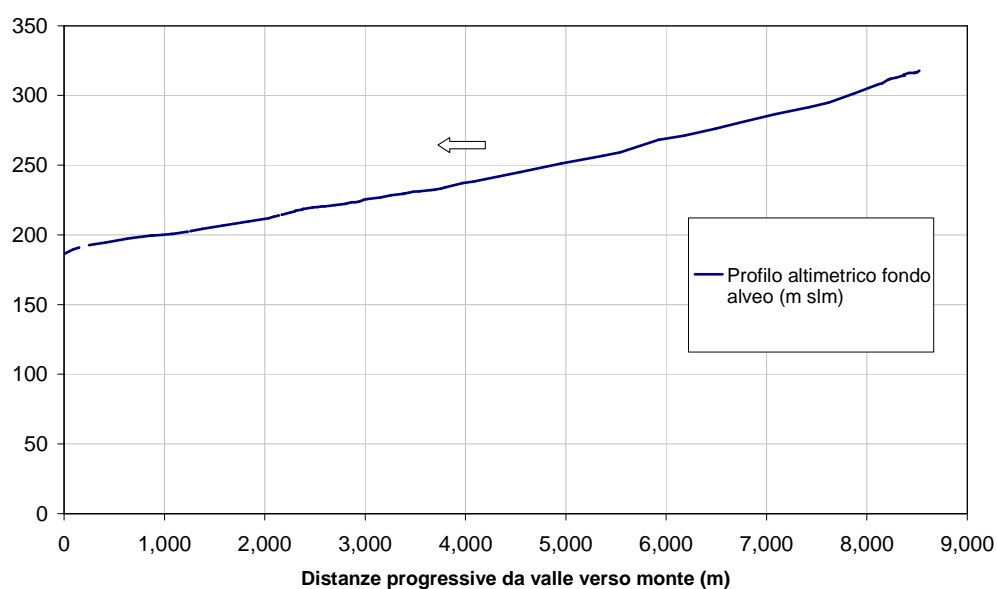

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

Figura 2 –PROFILO ALTIMETRICO DEL FONDO ALVEO



 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

4.3.3. Applicazione ai torrenti Cava Favarotta, Cava Fontanazza e Cava del Bosco – Stato post operam


Per lo studio idraulico sono state considerate n. 108 sezioni di calcolo e 6 attraversamenti tipo “culvert” per una distanza media tra le sezioni di circa 78 m. Le sezioni in input al modello sono state identificate con la distanza progressiva in metri a partire da valle e procedendo verso monte. Nella modellazione sono stati utilizzati i seguenti coefficienti di scabrezza:

Alveo centrale del torrente	$m = 0.040$
Golene	$m = 0.050$
Sistemazione in gabbioni	$m = 0.030$
Alveo in cemento	$m = 0.020$
Coefficiente di perdita all’imbocco dei tombini	0.20


Le simulazioni sono state condotte in condizioni di moto permanente utilizzando le portate dello studio idrologico per tempi di ritorno pari a $T = 50, 100$ e 200 anni, calcolate in corrispondenza delle sezioni TP 11, T S.P. 82, TP06, TS 14 e T S.P. 5 e quindi interpolandole lungo l’asta fluviale a partire dalla sezione 1 fino alla sezione 92 come riportato nella tabella 7 della relazione di calcolo. Nella tabella che segue sono riportate le sezioni in cui sono state effettuate delle sistemazioni idrauliche per permettere il deflusso delle portate di piena nonché le sezioni che sono interessate da particolari attraversamenti.

Tabella 3 – Trattati e sezioni di particolare interesse per la simulazione


Progressiva Hec-Ras	Sezione	Tipologia di sezione
TRATTO SISTEMATO 1		
8434.73	Sez.6	Sistemazione in gabbioni
8424.73	Sez.7	Sistemazione in gabbioni
8424.72	Culvert.1	Attraversamento scatolare TS15
8412.93	Sez.8	Sistemazione in gabbioni
8402.93	Sez.9	Sistemazione in gabbioni
TRATTO SISTEMATO 2		
8322.70	Sez.12	Sistemazione in gabbioni

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

8312.70	Sez.13	Sistemazione in gabbioni
8312.69	Culvert.2	Attraversamento scatolare TP11
8294.82	Sez.14	Sistemazione in gabbioni
8284.82	Sez.15	Sistemazione in gabbioni
TRATTO SISTEMATO 3		
8193.07	Sez.18	Sistemazione in gabbioni
8183.07	Sez.19	Sistemazione in gabbioni
8183.06	Culvert.3	Attraversamento scatolare TS16
8160.60	Sez.20	Sistemazione in gabbioni
8150.60	Sez.21	Sistemazione in gabbioni
TRATTO SISTEMATO 4		
3429.61	Sez.42	Modellazione alveo in terra
3388.62	Sez.43	Modellazione alveo in terra
3344.83	Sez.44	Modellazione alveo in terra
3344.82	Sez.45	Sistemazione in gabbioni
3334.83	Sez.46	Sistemazione in gabbioni
3334.82	Culvert.4	Attraversamento scatolare SP 82
3320.38	Sez.47	Sistemazione in gabbioni
3320.37	Sez.48	Sistemazione in gabbioni
3305.38	Sez.49	Sistemazione in gabbioni
3305.37	Sez.50	Modellazione alveo in terra
ATTRaversamento ESISTENTE		
2882.69	Culvert.5	Attraversamento armco ovoidale
TRATTO SISTEMATO 5		
2751.60	Sez.62	Modellazione alveo in terra
2671.24	Sez.63	Modellazione alveo in terra
2671.23	Sez.64	Sistemazione in gabbioni
2656.23	Sez.65	Sistemazione in gabbioni
2648.15	Culvert.6	Attraversamento scatolare TP06
2583.54	Sez.66	Sistemazione in gabbioni
2583.53	Sez.67	Sistemazione in gabbioni
2547.33	Sez.68	Sistemazione in gabbioni
2515.72	Sez.69	Sistemazione in gabbioni
2476.80	Sez.70	Sistemazione in gabbioni
2431.92	Sez.71	Sistemazione in gabbioni

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

2359.46	Sez.72	Scatolare TS 14
2304.14	Sez.73	Scatolare TS 14
2297.06	Sez.74	Canale in c.a.
2254.21	Sez.75	Canale in c.a.
2194.85	Sez.76	Scatolare TS 12 (ingresso aeroporto)
2170.99	Sez.77	Scatolare TS 12 (ingresso aeroporto)
2168.41	Sez.78	Scatolare TS 12 (ingresso aeroporto)
2138.20	Sez.79	Scatolare TS 12 (ingresso aeroporto)
2115.82	Sez.80	Scatolare TS 12 (ingresso aeroporto)
2088.30	Sez.81	Canale in c.a.
2037.64	Sez.82	Canale in c.a.
1836.76	Sez.83	Canale in c.a.
1578.61	Sez.84	Canale in c.a.
1378.54	Sez.85	Canale in c.a.
1262.75	Sez.86	Canale in c.a.
1262.73	Sez.87	Canale in c.a.
1260.90	Sez.88	Canale in c.a.
1230.23	Sez.89	Canale in c.a.
1228.52	Sez.90	Canale in c.a.
1080.46	Sez.91	Canale in c.a.
1074.90	Sez.92	Canale in c.a.
974.40	Sez.93	Canale in c.a.
881.69	Sez.94	Scatolare TS 12a (ingresso emergenza aeroporto)
876.69	Sez.95	Scatolare TS 12a (ingresso emergenza aeroporto)
875.27	Sez.96	Scatolare TS 12a (ingresso emergenza aeroporto)
867.47	Sez.97	Scatolare TS 12a (ingresso emergenza aeroporto)
865.61	Sez.98	Scatolare TS 12a (ingresso emergenza aeroporto)
860.61	Sez.99	Scatolare TS 12a (ingresso emergenza aeroporto)
665.52	Sez.100	Canale in c.a.
624.79	Sez.101	Canale in c.a.
411.63	Sez.102	Canale in c.a.
301.97	Sez.103	Canale in c.a.
301.96	Sez.104	Canale in c.a.
248.82	Sez.105	Scatolare TS 12b
146.02	Sez.106	Scatolare TS 12b

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Relazione Idraulica	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA S.p.A. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	---

91.00	Sez.107	Sistemazione in gabbioni
-------	---------	--------------------------

Le condizioni al contorno sono state imposte nell'ultima sezione ipotizzando il tirante pari all'altezza di moto uniforme.

I risultati della simulazione sono riportati nella relazione di calcolo per $T=200$ anni, per $t=100$ anni e per $T=50$ anni.

Si può notare che, a parte qualche tratto, la corrente si mantiene essenzialmente lenta o in condizioni prossime alle quelle critiche.

Per quanto riguarda le condizioni di deflusso degli attraversamenti e dei tratti sistemati si evidenzia quanto segue:

– **Tratto SISTEMATO 1**

La sezione è idraulicamente sufficiente all'attraversamento della portata di verifica per i tre tempi di ritorno analizzati.

– **Tratto SISTEMATO 2**

La sezione è idraulicamente sufficiente all'attraversamento della portata di verifica per i tre tempi di ritorno analizzati.

– **Tratto SISTEMATO 3**

La sezione è idraulicamente sufficiente all'attraversamento della portata di verifica per i tre tempi di ritorno analizzati.

– **Tratto SISTEMATO 4**

La sezione è idraulicamente sufficiente all'attraversamento della portata di verifica per i tre tempi di ritorno analizzati.

– **Attraversamento ESISTENTE**

La sezione è idraulicamente insufficiente all'attraversamento della portata di verifica per i tre tempi di ritorno analizzati.

– **Tratto SISTEMATO 5**

La sezione è idraulicamente sufficiente all'attraversamento della portata di verifica per i tre tempi di ritorno analizzati.