



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 ESECUTIVO - 1° STRALCIO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE (ATI):

ITALCONSULT S.p.A. (MANDATARIA)
BONIFICA ITALIA S.r.l.
CO.RE. INGEGNERIA
OMNISERVICE Engineering S.r.l.

RESPONSABILI DI PROGETTO:

Dott. Ing. Mauro Lotto
Ordine Ingegneri di Roma n. 13531
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

ORGANISMO DI ISPEZIONE ACCREDITATO ISP N° 008E ACCREDIA

ITALSOCOTEC S.p.A.
Responsabile del servizio: Ing. C. Pidotella

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

UFFICIO DEL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Dott. Ing. Vincenzo Corallo

ASSISTENTE
Dott. Ing. Salvatore Dipasquale

IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione Idraulica

CODICE: PE-ID00-IDR-RE02-B

SCALA: -

DATA: SETTEMBRE 2014

NOME FILE: PE-ID00-IDR-RE02-B.DOC

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Visto	Approvato
A	MARZO 2014	EMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO	COGLITORE	COGLITORE	AGNELLO
B	SETTEMBRE 2014	REVISIONE GIUSTA NOTA PROV. RG PROT. 0029419 DEL 03/09/2014	CALVANI	ALAGNA	LOTTO

 <p>Provincia Regionale di Ragusa</p>	<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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO</p> <p>Relazione Idraulica</p>	<p>ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.</p>
--	---	--

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE IDRAULICHE DI 1° STRALCIO	3
2.1.	OPERE PER LA CONTINUITÀ DEL RETICOLO IDROGRAFICO E DIFESA IDRAULICA DEL CORPO STRADALE ..	3
2.2.	OPERE DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE	4
2.2.1.	Raccolta e allontanamento delle acque dalla piattaforma stradale	4
2.2.2.	Struttura della raccolta e dell'allontana delle acque di piattaforma secondaria.....	5
2.3.	TRATTAMENTO ACQUE DI PIOGGIA	5
2.3.1.	Aspetti Generali	5
2.3.2.	Struttura del sistema di trattamento acque di pioggia.....	8
3.	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PER I DIVERSI TRATTI.....	8
3.1.	TRATTO TRA PK 8+076 E LA PK 8+900	8
3.1.1.	Descrizione delle opere previste nel Progetto Definitivo per il torrente Cava Fontanazza - Cava del Bosco	9
3.1.2.	Descrizione delle opere di 1° stralcio esecutivo	20
3.2.	TRATTO DA PK 8+900 A ROTATORIA PK 11+036	23
4.	DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE IDRAULICHE	25
4.1.1.	Calcolo delle portate di drenaggio	25
4.1.2.	Dimensionamento dell'interasse delle caditoie.....	28
4.1.3.	Calcolo tubazioni di convogliamento	28
4.1.4.	Dispositivi di sicurezza per l'intrappolamento degli oli e idrocarburi e presidi idraulici per il trattamento delle acque prima pioggia	29
4.1.5.	Vasche di sicurezza.....	29
4.1.6.	Le acque meteoriche dilavanti piattaforme stradali	30
4.1.7.	Soluzione progettuale.....	35
4.1.8.	Il sistema di filtraggio in continuo	36
4.1.9.	Impianti di trattamento I.T.P.P. 9B	40
4.2.	OPERE IDRAULICHE SULLA RETE DI DRENAGGIO NATURALE ESISTENTE.....	42
4.3.	SIMULAZIONE IN MOTO PERMANENTE DEGLI EVENTI DI PIENA DEL TORRENTE CAVA FONTANAZZA / CAVA DEL BOSCO.....	43
4.3.1.	Il modello idraulico utilizzato per le simulazioni	43
4.3.2.	Applicazione al torrente Cava Fontanazza / Cava del Bosco – Stato ante operam ...	45
4.3.3.	Applicazione al torrente Cava Fontanazza / Cava del Bosco – Stato post operam ...	49

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. 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 e per assicurare il corretto drenaggio e smaltimento delle acque piovane ricadenti sullo piano stradale.

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 delle principali interferenze con il corpo stradale; le opere di difesa riguardano essenzialmente la realizzazione di fossi di guardia per la captazione e l'allontanamento delle acque di versante.

Si evidenzia che la definizione delle opere da realizzare nel **1° stralcio** così come concordate con l'Amministrazione, ha condizionato la progettazione delle opere idrauliche di continuità idraulica e di difesa essenzialmente e soprattutto nel primo tratto di viabilità, dalla Pk 8+076 alla Pk 8+900, in cui il tracciato interferisce con l'alveo del torrente Cava Fontanazza.

Infatti, all'interno delle somme a disposizione per la realizzazione del **1° stralcio** non sono previste le somme necessarie alla realizzazione di parte delle opere idrauliche del **Progetto Definitivo** le quali, a loro volta, prevedono oltre alla realizzazione di un tombino di attraversamento denominato TP06 (1° stralcio) la rimodellazione idraulica del Cava Fontanazza a monte e a valle del tombino stesso e, ancora più a valle, l'adeguamento del canale su cui scorre il torrente in affiancamento all'aeroporto di Comiso.

Pertanto, vista la provvisorietà della configurazione della costruenda strada e la limitatezza delle risorse finanziarie, è stata prevista una sistemazione temporanea dell'alveo e del manufatto di progetto, mirata a garantire la continuità idraulica del Cava Fontanazza senza peggiorare le condizioni di rischio dell'area circostante. Il completamento della sistemazione idraulica con gli interventi previsti nel Progetto Definitivo viene demandato alle successive fasi di progettazione.

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 delle acque di prima pioggia;

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.

 <p>Provincia Regionale di Ragusa</p>	<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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO</p> <p>Relazione Idraulica</p>	<p>ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.</p>
--	---	--

Opere per il trattamento delle acque di pioggia

Opere di trattamento delle acque di prima pioggia provenienti dalla viabilità principale e secondaria di tipo 1 con l'ausilio di manufatti di sedimentazione e accumulo oli e idrocarburi (con capacità idonea ad intercettare eventuali sversamenti accidentali), e manufatti di accumulo temporaneo e filtrazione finale delle acque atti ad abbattere gli inquinanti trasportati dalle acque di dilavamento del manto stradale.

2. Descrizione sintetica delle opere idrauliche di 1° stralcio

2.1. Opere per la continuità del reticolo idrografico e 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.

Le interferenze sono state individuate attraverso lo studio del reticolo idrografico che ha permesso l'identificazione delle aste torrentizie e degli impluvi principali attraversati, quest'ultimi praticamente privi di incisione e, per lo più, linee preferenziali di scorrimento acque.

La tipologia costruttiva prevista per i tombini è lo scatolare 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 delle stesse.

Nell'attraversamento dell'asta del torrente Cava Fontanazza a corredo del tombino si è resa necessaria, in questo 1° stralcio funzionale, una sistemazione idraulica dell'alveo nel tratto subito a monte e subito a valle del tombino TP06 rimandando ai futuri interventi il completamento dell'opera così come previsto nel progetto definitivo generale. In aggiunta, sono state previste delle arginature in terra lato monte, necessarie al contenimento degli eventi di piena più gravosi.

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. Nella tratta che fra la progr. 8.120 (sez. L1_5) e la progr. 8.897 (sez. L1_52) lato Nord i fossi di guardia verranno realizzati in terra attraverso scavo e conformazione di sezione trapezia. Tale scelta ha tenuto conto del futuro allargamento della sede stradale come da progetto generale e della quindi temporaneità dell'opera idraulica.

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

La pendenza di posa seguirà essenzialmente le pendenze del terreno. Per pendenze superiori, lì dove necessario per rispettare pendenze minime imposte dalle verifiche, 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 o grazie ad interposizione di gabbioni.

2.2. *Opere di drenaggio del corpo stradale*

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 cioè il tronco 26) in cui le acque di piattaforma verranno scaricate direttamente lungo il tracciato nei fossi di guardi, dove presenti, o direttamente nei terreni circostanti.

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 le acque di piattaforma, la scelta progettuale ha previsto la seguente struttura:

nelle sezioni stradali in trincea, le acque incidenti sulla piattaforma verranno raccolte dalle cunette alla francese laterali e, quando la lunghezza dei tratti determina una portata da 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 (la stragrande maggioranza del tracciato), 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 della banchina stessa e scaricate in tubazioni, poste a margine della carreggiata che colleghino le acque di piattaforma fino all'impianto di trattamento di pertinenza; nei tratti in cui le caratteristiche geometriche della piattaforma stradale (nello specifico larghezza, pendenza longitudinale e pendenza trasversale) imponevano interassi fra caditoie inferiori a 10 m è stato preferito prevedere una cunetta trapezia (40/60x50) a bordo strada

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

(distanziata non meno di 0,75 m dal ciglio pavimentato), in questo caso ad intervalli regolari le acque verranno intercettate e scaricate nella cunetta grazie a scivoli, rivestiti con embrici. A loro volta le cunette scaricheranno le acque in preposti pozzetti e quindi nella rete di convogliamento agli impianti di trattamento;

nei tratti a mezza costa la struttura di raccolta ricalca essenzialmente quella dei tratti in rilevato.

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

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

nelle sezioni stradali in trincea o leggermente sopraelevate rispetto al terreno le acque incidenti sulla piattaforma vengono raccolte sulle cunette alla francese laterali e, quando la lunghezza dei tratti in trincea determina una portata da apporto meteorico maggiore della capacità di adduzione delle cunette stessa, si scarica le acque in caditoie e da queste in tubazioni e in ultimo nei fossi di guardia laterali. Per la secondaria 28, interessata da numerosi ingressi laterali sottomessi, le cunette scaricheranno anche direttamente nei fossi di guardi provvisti di griglia sovrastante carrabile per permettere il transito;

nei tratti in rilevato, le acque defluenti sulla sede stradale si raccoglieranno lateralmente sulle banchine e scaricate direttamente e progressivamente (non sono previsti cordoli laterali di delimitazione) nei fossi di guardi o nel terreno limitrofi (tronco 29).

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 scaricavano direttamente nei recettori naturali.

 <p>Provincia Regionale di Ragusa</p>	<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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO</p> <p>Relazione Idraulica</p>	<p>ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.</p>
--	---	--

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 nazionale 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.

La prima a legiferare e a definire cosa si intende 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, a sua volta, 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.

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

Nella parte di tracciato non prevista nel presente 1° stralcio funzionale, per la precisione, 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 di progetto generale 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, per questi ultimi, si è deciso di prevedere di trattare mediamente il 100% delle portate di progetto (calcolate per tempi di ritorno pari a 25 anni) mentre di 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.

Anche la soluzione progettuale per l'abbattimento degli inquinanti presenti nelle acque meteoriche di dilavamento ha tenuto conto dei recettori finali. Essenzialmente per tale motivo la proposta progettuale condivisa con l'Amministrazione 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 sia nelle aste torrentizie o negli impluvi sia negli strati superficiali del sottosuolo.

La filtrazione si realizzerà all'interno di vasche in cui verranno allocate verranno posizionati particolari filtri modulari aventi ciascuno capacità di trattamento pari ad 1 l/s. Le vasche avranno anche la funzione di accumulo temporaneo e laminazione delle portate di progetto (elevate visto la scelta sopra espone).

Per il primo tratto della viabilità di 1° stralcio, dalla progressiva 8.100 alla 8220, si è previsto l'utilizzo di impianti di trattamento tradizionale di sedimentazione e disoleazione statica in continuo. Tale scelta, temporanea, si è resa necessaria poiché il progetto definitivo generale prevede l'adduzione delle acque della tratta sopra detta ad impianto di trattamento posto più a valle e non previsto nel presente stralcio.

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 circa 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.

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

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 un unico comparto di sedimentazione sostanze sedimentabili e di accumulo oli e idrocarburi 2) vasche di accumulo temporaneo denominate V.A. al cui interno si effettuerà la filtrazione. Tutto il sistema viene denominato impianto di trattamento prima pioggia con l'abbreviazione I.T.P.P.

Le acque di prima pioggia provenienti dalle secondaria tronco 26 verranno convogliate al medesimo sistema sopra descritto.

3. Descrizione degli interventi per i diversi tratti

Seguendo la suddivisione dei vari tratti della viabilità di progetto, vengono in questo capitolo descritte le opere idrauliche previste.

3.1. Tratto tra Pk 8+076 e la Pk 8+900

Lo stralcio del progetto stradale prevede la realizzazione della sola parte destra della carreggiata tipo B dalla Pk 8+076 alla Pk 8+550 nonché un tratto di raccordo dalla Pk 8+550 a Pk 8+900 con la piattaforma tipo C1 che si estende dalla Pk 8+900 alla Pk 11+027.

In tale tratto, all'altezza della progressiva 8.220, parte sottesa al bacino denominato B.9.3 (v. Corografia dei Bacini) si attraverserà il torrente Cava Fontanazza (che subito a valle, quando 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 4,00 m e denominato TP 06.

Come accennato in premessa, la definizione delle opere da realizzare nel **1° stralcio** ha condizionato la progettazione delle opere idrauliche di continuità idraulica. Infatti, il **progetto definitivo** prevede, oltre al sopra citato tombino, la rimodellazione idraulica del Cava Fontanazza a monte e a valle del tombino stesso e, ancora più a valle, l'adeguamento del canale su cui scorre il Cava del Bosco in affiancamento all'aeroporto di Comiso. Tutto ciò ha determinato l'esigenza di progettare una sistemazione idraulica temporanea, strettamente necessaria alla realizzazione degli interventi di prima fase, demandando la realizzazione della sistemazione idraulica completa prevista nel progetto definitivo alla fase successiva.

Per meglio far comprendere le problematiche affrontate e le conseguenti scelte progettuali si riporta sinteticamente quanto previsto nel **progetto definitivo**.

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

3.1.1. **Descrizione delle opere previste nel Progetto Definitivo per il torrente Cava Fontanazza - Cava del Bosco**

Canalizzazione del Cava Fontanazza all'altezza dell'interferenza con la viabilità di progetto

Alla progressiva 8+220 m si attraverserà il torrente Cava Fontanazza.

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 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.

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 riprodotto l'evento di piena del torrente, si evidenzia che la corrente idrica esonda dall'alveo di magra invadendo le golene laterali.

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 prevista la sistemazione idraulica del torrente a monte e a valle dell'attraversamento. A valle la sistemazione idraulica proseguirà raggiungendo la canalizzazione del torrente all'altezza dell'aeroporto (come si descriverà nel successivo paragrafo).

La sistemazione idraulica prevede la risagomatura e la riprofilatura dell'alveo.

Nel tratto iniziale, a monte dell'attraversamento viario, si realizzerà una sezione trapezia in terra, dimensionata per convogliare la portata di piena, anche se non si prefigge di incanalare l'intero deflusso golenale. Infatti l'estensione del fronte di piena interessa una sezione larga più di 70 m (v. Planimetrie aree di esondazione) e sarebbero servite importanti opere idrauliche per incanalarla completamente. Quindi la scelta è stata di intercettare la maggior parte 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 (deflusso 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 (vedi successive figure).

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 ESECUTIVO - 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

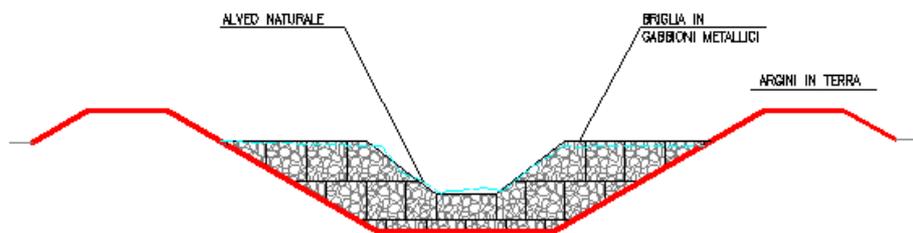


Fig.1 Prog. Definitivo-Modellazione alveo Cava Fontanazza a monte del TP06-Sezione di salto

Nell'ultimo tratto a monte del tombino, 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 tipo "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 con larghezza pari a 7.5 m e altezza 2,80 m fino la raggiungimento del successivo tombino di attraversamento TS 14 (canalizzazione all'altezza dell'aeroporto).

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.

Di seguito per una migliore comprensione di quanto esposto si riporta uno stralcio dello stato di fatto con indicazione della sagoma stradale di progetto e uno stralcio planimetrico di progetto indicante la sistemazione e a seguire le sezioni tipo di tale sistemazione:

 <p>Provincia Regionale di Ragusa</p>	<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 ESECUTIVO - 1° STRALCIO</p> <p>Relazione Idraulica</p>	<p>ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.</p>
--	---	---



Fig.2 Prog. Definitivo-Modellazione Cava Fontanazza, stralcio planimetrico dello stato di fatto

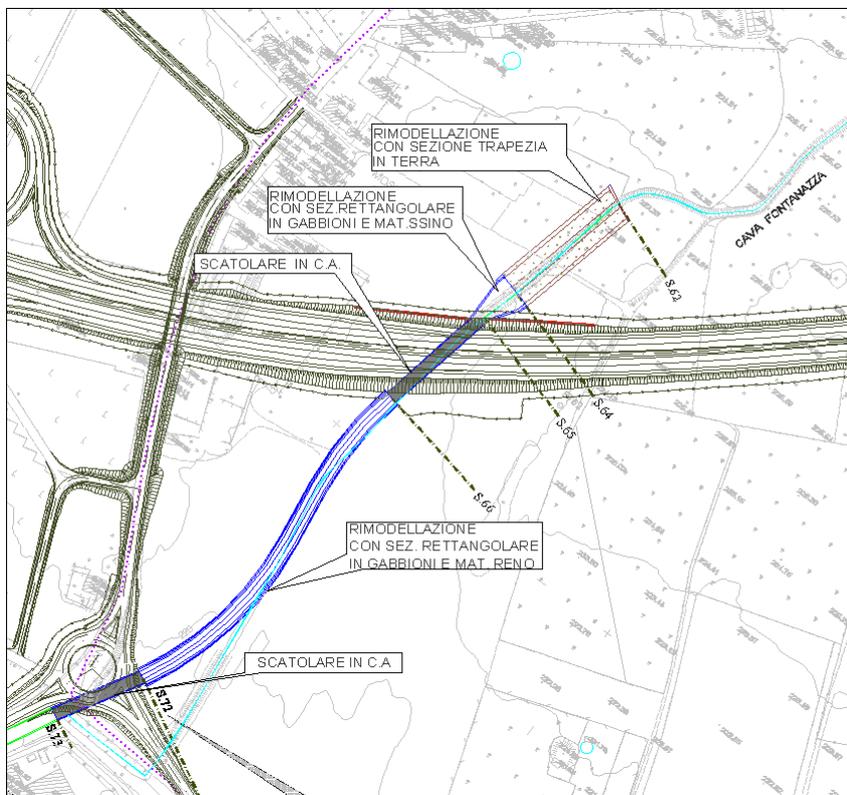


Fig.3 Prog. Definitivo- Modellazione Cava Fontanazza, stralcio planimetrico del progetto

 <p>Provincia Regionale di Ragusa</p>	<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 ESECUTIVO - 1° STRALCIO</p> <p>Relazione Idraulica</p>	<p>ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.</p>
--	---	--

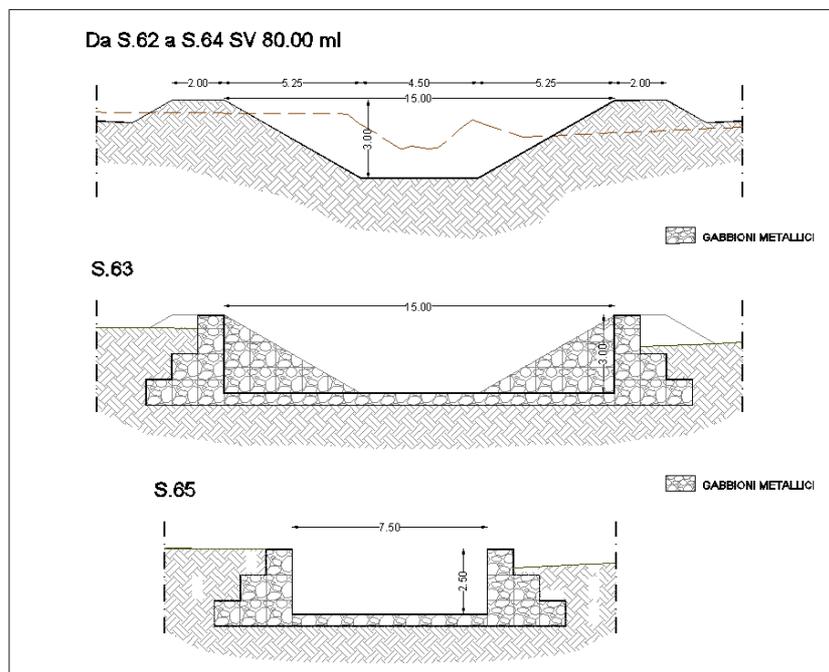


Fig.4 Prog. Definitivo- Modellazione alveo Cava Fontanazza, sezioni a monte tombino TP06

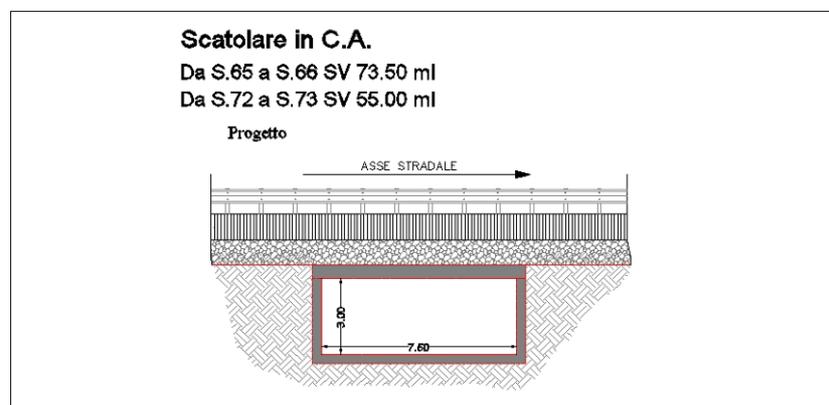


Fig.5 Prog. Definitivo- Modellazione alveo Cava Fontanazza, sezione tombino TP06 e TS14

 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 ESECUTIVO - 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

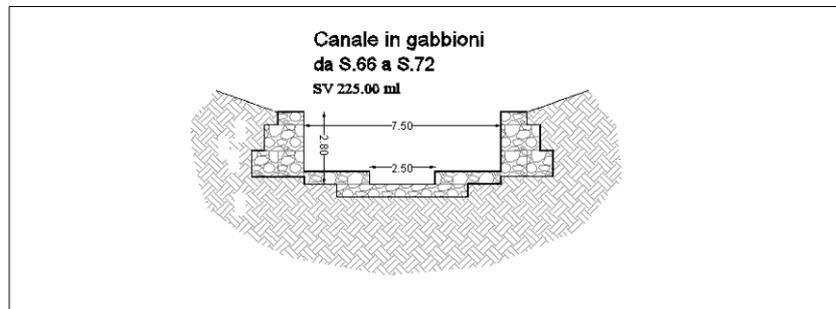


Fig.6 Prog. Definitivo-Modellazione alveo Cava Fontanazza, sezione a valle del tombino TP06

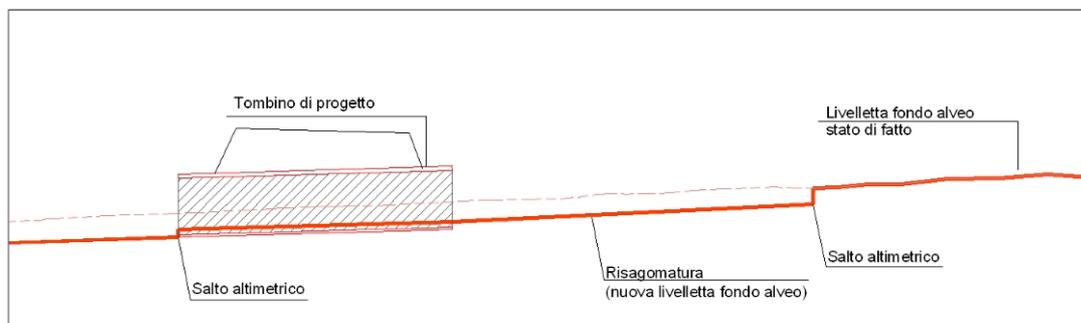


Fig.7 Prog. Definitivo-Risagomatura alveo Cava Fontanazza a monte del tombino TP06

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

Il torrente, che in questo tratto prende la denominazione di 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.

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, agli ultimi 750 m aventi una sezione rettangolare di dimensioni 1,60 m x 1,40 m.

 <p>Provincia Regionale di Ragusa</p>	<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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO</p> <p>Relazione Idraulica</p>	<p>ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.</p>
--	---	--



Foto.1 Canalizzazione Cava del Bosco: immissione nel canale



Foto.2 Canalizzazione Cava del Bosco: subito a valle dell'immissione



Foto.3 Canalizzazione Cava del Bosco: vista da valle verso monte subito a monte ingresso aeroporto

 <p>Provincia Regionale di Ragusa</p>	<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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO</p> <p>Relazione Idraulica</p>	<p>ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.</p>
--	---	--



Foto.4 Canalizzazione Cava del Bosco: primo marcato restringimento e tombino



Foto.5 Canalizzazione Cava del Bosco: secondo marcato restringimento e cambio sezione



Foto.6 Canalizzazione Cava del Bosco: terzo marcato 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

Dalle simulazioni in moto permanente con portate di colmo calcolate per tempo 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 piovosi 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 ARMCO del diametro pari a 1000 mm disposti longitudinalmente rispetto all'alveo (vedi foto 1). Tale manufatto fa da tombino a servizio di una viabilità locale ortogonale all'asta del Torrente. Le acque dai tubi si gettano dentro il canale subendo un cambio di direzione di 90 gradi, visto che a valle il canale si trova disposto parallelamente alla viabilità sopradetta. E' evidente che prima la strozzatura costituita dai tubi ARMCO e poi il brusco cambio di direzione costituiscono delle criticità che mettono facilmente in crisi il sistema;

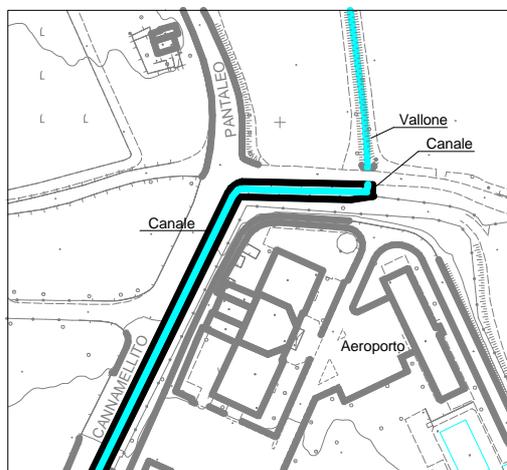


Fig.8 Canalizzazione Cava del Bosco: passaggio dall'alveo al canale

- § 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;

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--



Foto.7 Canalizzazione Cava del Bosco: ingresso aeroporto

§ 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.

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.

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.

Come detto questo aspetto ha condizionato le scelte progettuali. Sono state proposte 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. 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).

Tenendo conto di tali aspetti, una prima ipotesi di una canalizzazione da realizzare interamente con tecniche proprie dell'ingegneria naturalistica, come 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 e, non ultimo la necessità di reperire e utilizzare enormi volumi di pietrame per il riempimento dei gabbioni.

Altra ipotesi scartata prevedeva la realizzazione di una sezione trapezia rivestita in pietrame nelle parti a vista. 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 in pietrame nelle parti a vista.

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.

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 ha 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 7,5 m la larghezza massima della sezione ipotizzando di provvedere all'innalzamento delle sponde.

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

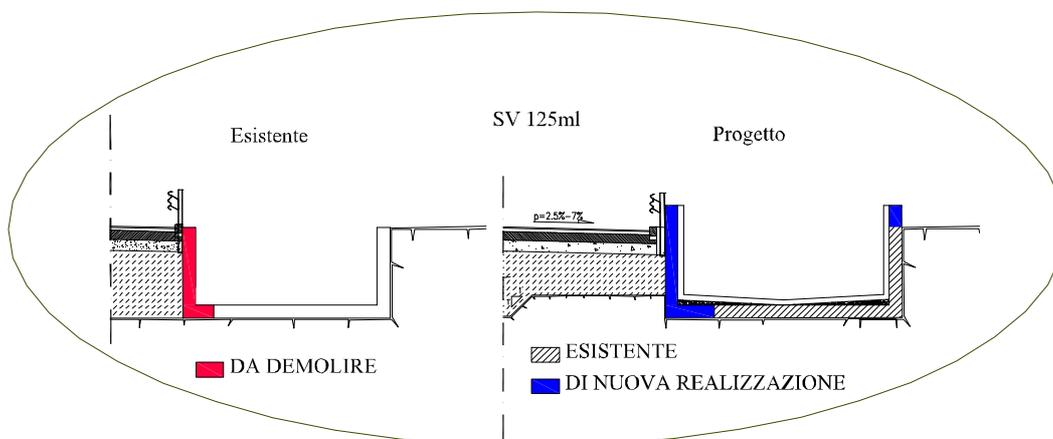


Fig.9 Lavori di adeguamento sulla sezione trasversale esistente

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

In riguardo alle criticità riscontrate e in particolar modo al passaggio da alveo naturale a 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. L'attraversamento 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.



 <p>Provincia Regionale di Ragusa</p>	<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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO</p> <p>Relazione Idraulica</p>	<p>ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.</p>
--	---	--

Fig.10

3.1.2. Descrizione delle opere di 1° stralcio esecutivo

Opere di continuità e difesa idraulica

Come più volte detto il tracciato stradale alla progressiva 8+220 m attraversa il torrente Cava Fontanazza (bacino denominato B.9.3, v. Corografia dei Bacini).

L'interferenza è risolta con la realizzazione di uno scatolare in c.a. avente dimensioni 7,50 x 4,00 m e denominato TP 06. Il tombino verrà realizzato per uno sviluppo strettamente necessario per permettere la realizzazione della sola parte destra della carreggiata tipo B, rimandando ai successivi interventi il prolungamento del tombino verso Nord necessario per la realizzazione della parte sinistra della carreggiata.

Per quanto esposto nei precedenti paragrafi in relazione alle opere previste nel Progetto Definitivo e quindi visto l'impossibilità di prevedere la riprofilatura dell'alveo del torrente Cava Fontanazza (con i relativi salti altimetrici del fondo alveo, vedasi fig. 7), si è ritenuto di posizionare comunque il tombino alla quota di imposta prevista nel **progetto definitivo** (così facendo non modificando la coraltà dell'opera finale) ma di riprodurre l'alveo dello stato di fatto con medesima pendenza di scorrimento e medesima sezione di magra.

L'alveo, nella tratta considerata, presenta una sezione trapezia e una pendenza media di scorrimento di circa 0,75-0,80 %.

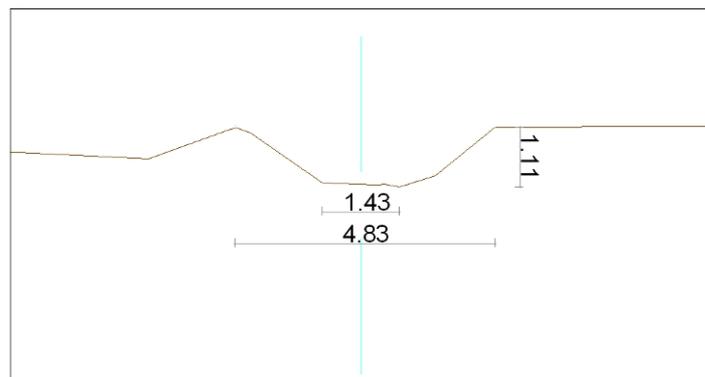


Fig.11 Tombino TP06: sezione tipo alveo Cava Fontanazza -stato di fatto

Il presente intervento prevede pertanto una sistemazione minimale e temporanea dell'alveo a monte e vale del tombino riproducendo la pendenza dello 0,75 % e la sezione dell'alveo attraverso l'utilizzo di materassino Reno. Tale sezione e la relativa pendenza longitudinale vengono mantenute anche all'interno del tombino, ciò permetterà la continuità idraulica fra monte e 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

Per tenere conto di tale soluzione e per mantenere comunque margini di sicurezza si è provveduto ad aumentare l'altezza del tombino di 1 m passando da una dimensione di 7,5x3,0 a 7,5x4,0 m.

In aggiunta alla risagomatura dell'alveo, si prevede la realizzazione di argini provvisori a monte dello scatolare TP06, estesi per circa 100 m verso monte, dal rilevato stradale fino alla sezione di calcolo S.61. Le arginature sono realizzate in terra, con paramenti inclinati 2/3 e una banca in testa larga 1.0 m. La testa dell'argine è mantenuta a quota 225.10 m s. m. per tutto lo sviluppo dell'argine. L'introduzione di queste arginature, provvisorie come tutta la sistemazione idraulica del Fontanazza/Cava Del Bosco prevista in questo 1o stralcio, ha lo scopo di contenere l'incremento delle aree di esondazione dovuto all'innalzamento dei livelli indotto dalla presenza del rilevato stradale di progetto e dello scatolare TP06. Lunghezza e altezza delle arginature sono state definite in base alle risultanze delle modellazioni idrauliche in moto permanente, con i seguenti criteri:

- contenere l'innalzamento del profilo con un franco di almeno 1.0 m
- non essere aggirati dall'esondazione in arrivo da monte
- non determinare a monte variazioni nel profilo della corrente

La sistemazione si completa prevedendo per tutto il periodo di esecuzione delle opere e per i tre anni successivi, la pulitura periodica dell'alveo del torrente Cava Fontanazza e delle golene. Questo intervento di manutenzione è finalizzato migliorare le condizioni di deflusso della piena all'interno dell'alveo, eliminando la vegetazione spontanea e gli altri elementi che fungono da ostacolo alla corrente. Di tale manutenzione si è tenuto conto nelle modellazioni idrauliche mediante una riduzione localizzata dei parametri di scabrezza.

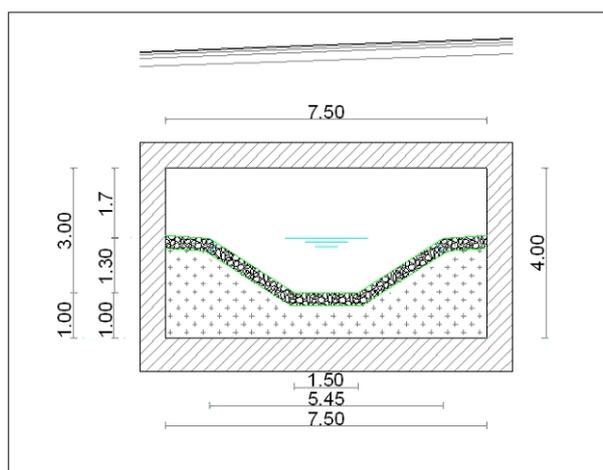


Fig.12 Tombino TP06: sezione trasversale

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

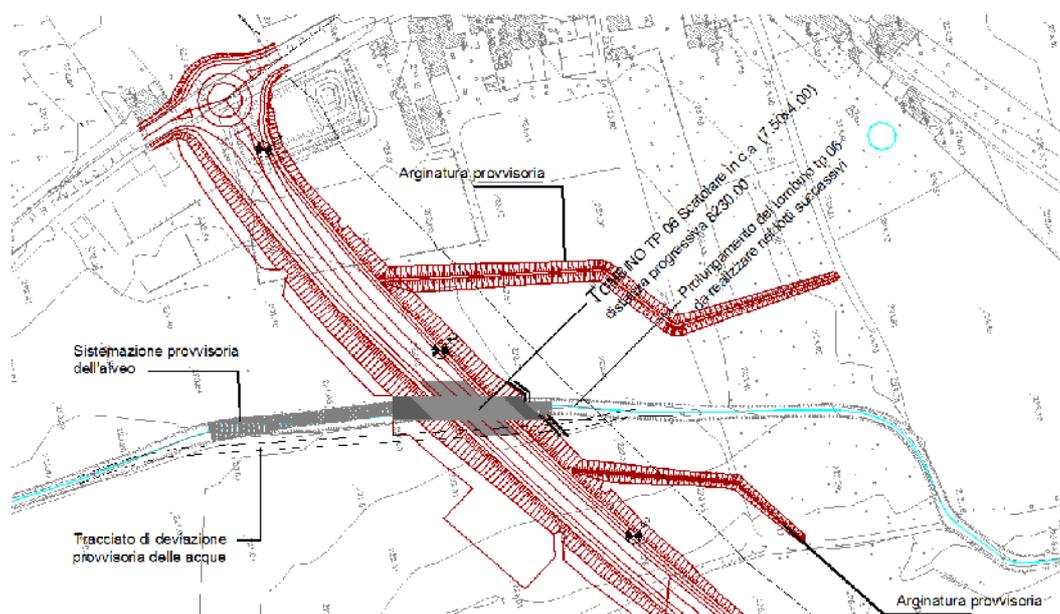


Fig.13 Tombino TP06 e arginature provvisorie: stralcio planimetrico

La soluzione provvisoria sopra descritta permetterà facilmente la realizzazione della sistemazione idraulica dell'area nei successivi interventi, permettendo l'allungamento del tombino verso Nord e anche il riutilizzo dei materassini Reno esportati nella realizzazione delle sezioni previste nel progetto definitivo.

Dal punto di vista prettamente idraulico, si evidenzia che la soluzione temporanea pur essendo stata verificata per il transito delle portate di progetto con tempi di ritorno pari a 200 anni non garantisce i franchi previsti dal Capitolato d'Oneri. Quest'ultimo infatti impone che i franchi idraulici sul livello di massima piena per $Tr=200$ anni devono essere superiori all'altezza cinetica della corrispondente corrente e comunque almeno pari ad un metro. Il franco idraulico è superiore all'altezza cinetica per portate con Tr inferiore a 100 anni, mentre il franco sul livello idrico supera il valore di 1.0 m per portate con Tr inferiore a 20 anni.

Vista la temporaneità della soluzione progettuale si sono ritenuti accettabili le condizioni sopra descritte.

Il tratto di viabilità sarà protetta da fossi di guardia sia a nord sia a sud e scaricheranno le acque raccolte nel Cava Fontanazza all'altezza del tombino TP 06. La continuità dei fossi di guardia in corrispondenza degli argini viene ottenuta prevedendo un tratto di tubazione in PVC D630 mm Sn4 in attraversamento dell'argine, dotato di clapet sul lato interno all'argine, in modo da interrompere la continuità idraulica in caso di innalzamento di livelli in golena.

Opere di drenaggio corpo stradale

La piattaforma stradale è contraddistinta da sezioni trasversali in rilevato. Dalla prog. 8.089 alla prog. 8.460, tratto in curva, la raccolta e lo smaltimento delle acque piovane ricadenti all'interno

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

della piattaforma sarà effettuata grazie all'utilizzo di una cunetta trapezia (40/60x50) posta a bordo strada sul ciglio di sinistra (distanziata non meno di 0,75 m dal ciglio pavimentato), Ad intervalli regolari le acque verranno intercettate e scaricate nella cunetta grazie a scivoli, rivestiti con embrici. Dalla prog. 8.360 alla prog. 8.460 lo scivolo sarà continuo realizzato in cls (in tale tratto non sono stati previsti cordoli di fine pavimentazione) per far fronte ad un corretto smaltimento delle acque poiché le caratteristiche geometriche della piattaforma stradale e nello specifico le basse pendenze longitudinali e trasversali imponevano interassi fra gli embrici inferiori a 5 m.

Dalla prog. 8.460 alla progressiva 8.900 la raccolta e lo smaltimento delle acque piovane ricadenti all'interno della piattaforma sarà effettuata grazie all'utilizzo di caditoie con interasse variabile e condotte di convogliamento così come descritto nei paragrafi precedenti.

Opere di accumulo e trattamento

Le acque captate nella tratta dalla prog. 8.900 alla prog. 8.220 dal sistema sopra descritto verranno convogliate alle vasche di sicurezza VS 9 e successivamente a delle vasche di accumulo temporanea e di trattamento denominata VA 9 poste alla progressiva 8.260 a valle del rilevato stradale.

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.

Le acque di prima pioggia del rimanente tratto dalla prog. 8.220 alla prog. 8.089 verranno convogliate all'impianto di trattamento in continuo provvisorio denominato I.T.P.P. 9B. A monte di esso un pozzetto scolmatore bypasserà le acque di seconda pioggia. In questo caso il sistema di trattamento della prima pioggia è stato dimensionato per i primi 5 mm di pioggia per eventi di durata di 15 minuti.

Ricapitolando avremo i seguenti manufatti.:

- 1) I.T.P.P. 9 alla progr. 8.260 m – portata trattata 6 l/s - Recapito: Cava Fontanazza
- 2) I.T.P.P. 9B alla progr. 8.120 m - portata trattata 10 l/s
- 3)

3.2. *Tratto da Pk 8+900 a Rotatoria Pk 11+036*

Opere di continuità e difesa idraulica

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

Nella simulazione ante operam riprodotte 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. 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 del **progetto definitivo** 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. Nel presente 1° **stralcio** tale opera non è stata prevista.

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 subito dopo la rotatoria, un'ulteriore impluvio (bacino afferente B.11). Il **progetto definitivo** prevede la realizzazione di due tombini scatoari in c.a. il TP 09 avente dimensioni 3,5 x 1,5 m posto alla alla progressiva 11.080 e il TP 08 di dimensioni 4,5 x 1,8 posto sull'innesto 2 alla rotatoria. Nel presente 1° **stralcio** si prevede la realizzazione del tombino TP 08 posizionato sulla prog. 50 dell'innesto 2.

Il tratto la viabilità sarà protetta da fossi di guardia sia a nord a difesa della secondaria Tronco 28 sia a sud e scaricheranno le acque raccolte sul torrente Cava Fontanazza.

Opere di drenaggio corpo stradale

La piattaforma stradale è contraddistinta prevalentemente da sezioni trasversali in rilevato e solo in un piccolo tratto in trincea vera e propria.

Dalla prog. 8.900 alla prog. 9.300, tratto in curva, la raccolta e lo smaltimento delle acque piovane ricadenti all'interno della piattaforma sarà effettuate grazie all'utilizzo di una cunetta trapezia (40/60x50) posta a bordo strada sul ciglio di destro (distanziata non meno di 0,75 m dal ciglio pavimentato), Ad intervalli regolari le acque verranno intercettate e scaricate nella cunetta grazie a scivoli, rivestiti con embrici. Le acque raccolte verranno convogliate all'impianto di trattamento I.T.P.P. 9 nel tratto precedente descritto.

Dalla prog. 9.300 a fine tratta la raccolta e lo smaltimento delle acque piovane ricadenti all'interno della piattaforma sarà effettuate grazie all'utilizzo di caditoie con interasse variabile e condotte di convogliamento così come descritto nei paragrafi precedenti.

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 rotatoria alla prog. 10.145 m
- 2) dalla progr. 10.145 alla 9.300 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. 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.

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

- 1) 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. 10.134 m – portata trattata 7 l/s - Recapito: Cava Fontanazza

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 ai paragrafi precedenti.

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

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

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) :

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

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;

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

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 $h=at^n$ 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):

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

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 0,90.

 <p>Provincia Regionale di Ragusa</p>	<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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO</p> <p>Relazione Idraulica</p>	<p>ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.</p>
--	---	--

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 per ciascuna tratta 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. 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 pari allo sviluppo della banchina), 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:

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

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.

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

Si riportano nella relazione di calcolo le tabelle di dimensionamento.

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

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 grigliatura e in una sedimentazione dei materiali grossolani trasportati.

Per il dimensionamento delle vasche di trattamento finale delle acque di pioggia si è proceduto triplicando i volumi che seguirebbero all'osservanza del punto 2 dell'art. 20 della suddetta Legge Regionale Lombarda 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 0.9 per le superfici coperte, lastricate od impermeabilizzate e a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici coltivate."

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 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.

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.

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. 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.

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 inquinanti presenti nelle acque di dilavamento attraverso campagne di campionamento e monitoraggio in 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

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

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 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

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

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
MANGANESE	Usura parti meccaniche
SODIO, CALCIO,CLORO	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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. 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	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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

	Range	Median
Conventional Constituents (mg/L, unless otherwise noted)		
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)

 <p>Provincia Regionale di Ragusa</p>	<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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO</p> <p>Relazione Idraulica</p>	<p>ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.</p>
--	---	--

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 allo scarico nel reticolo idrografico.

In particolare sono stati previsti i seguenti obiettivi:

- Trattare i primi 15 mm di pioggia per le tratte che scaricano nel reticolo idrografico superficiale.
- Rimuovere gli inquinanti associati al dilavamento stradale, con particolare attenzione, oltre agli oli e ai materiali 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.

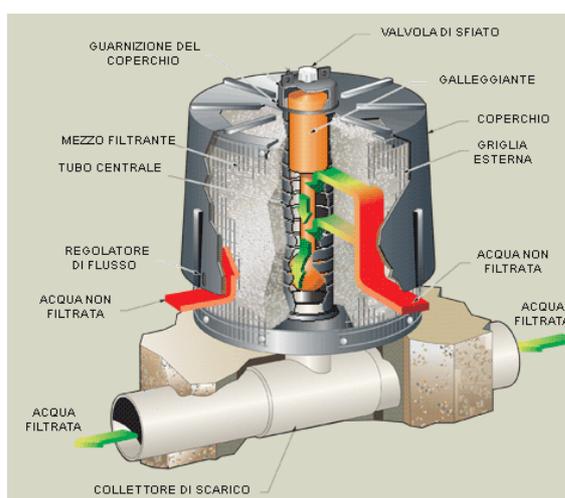
 <p>Provincia Regionale di Ragusa</p>	<p>POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO – 1° STRALCIO</p> <p>Relazione Idraulica</p>	<p>ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.</p>
--	---	--

4.1.8. Il sistema di filtraggio in continuo

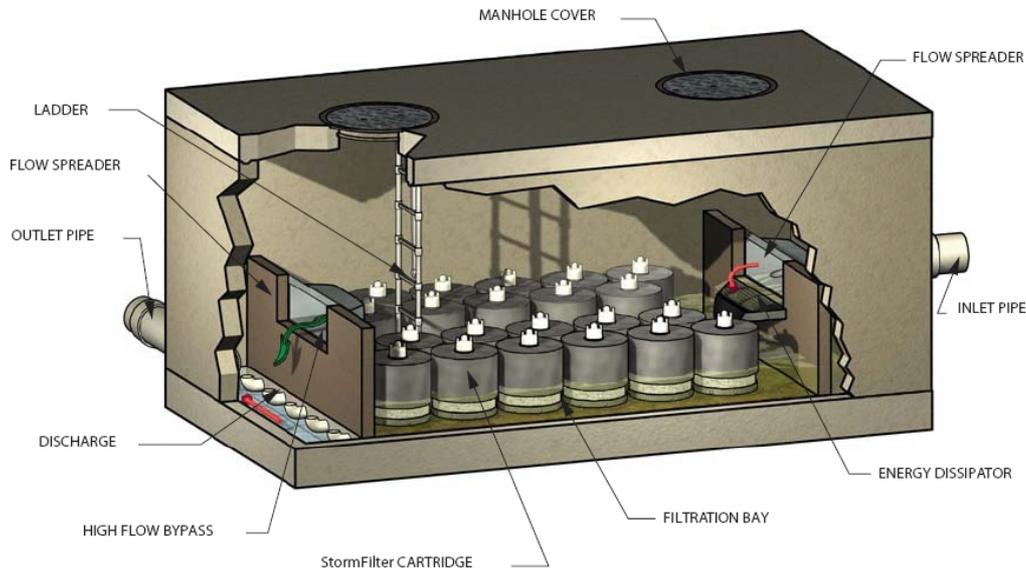
Si tratta di un sistema di filtraggio passivo dell'acqua, basato su un effetto sifone, realizzato per mezzo di un alloggiamento in cemento che ospita delle cartucce filtranti ricaricabili.

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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. 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.

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.

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

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%
Nitrate, as N	40%
Nitrite, as N	40%
Total phosphorus	60%

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

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%
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).

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--



4.1.9. Impianti di trattamento I.T.P.P. 9B

L'impianto di trattamento delle acque provenienti dal primo tratto e precisamente dalla prog. 8.089 alla prog. 8.220, è stato pensato temporaneo (visto che il progetto definitivo prevedeva il convogliamento ad impianto disposto in tratta non previsto nel presente intervento. In questo caso si utilizzerà un impianto prefabbricato di tipo classico capace di un 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...);

 <p>Provincia Regionale di Ragusa</p>	<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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO</p> <p>Relazione Idraulica</p>	<p>ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.</p>
--	---	--

- 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.

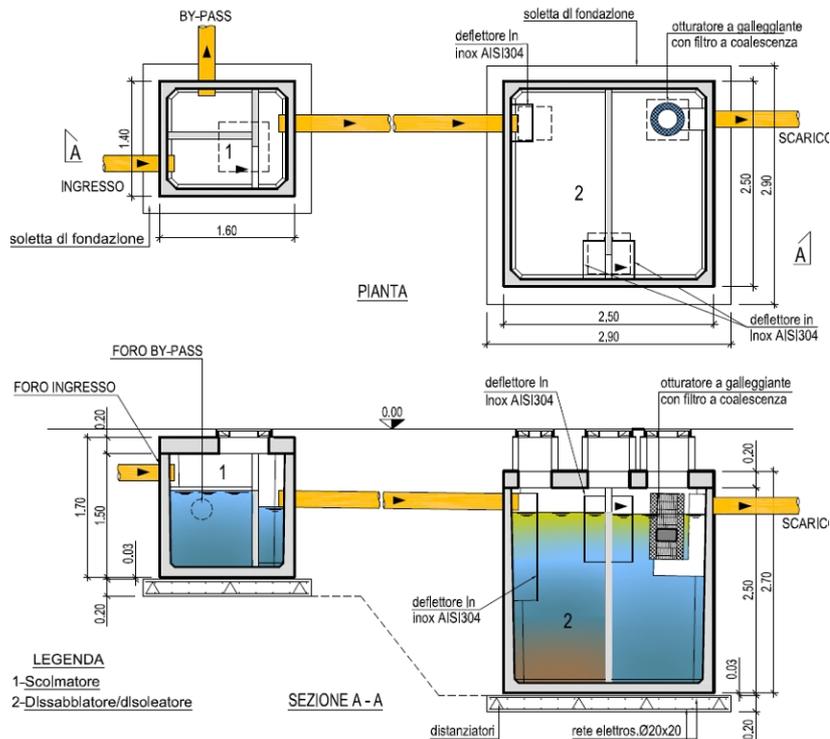


Fig.14 Schema tipo impianto di trattamento acque di prima pioggia (rif. potenzialità 10l/s)

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--



Fig.15 Comparto di disoleatura con in evidenza il filtro a coalescenza

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

Le verifiche idrauliche degli attraversamenti dei torrenti o degli impluvi con tombini valutano il rispetto di un adeguato franco tra la quota del pelo libero dell'acqua e la quota sottotrave dei manufatti. Tale verifica per il torrente Cava Fontanazza 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. Per gli attraversamenti secondari che sottendono bacini di estensione inferiore a 10 kmq la verifica è stata effettuata in regime di moto uniforme.

Il capitolato d'oneri per la redazione del progetto prescrive, per gli attraversamenti principali un franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idraulico di massima piena superiore all'altezza cinetica della corrente stessa e comunque non inferiore ad un metro. A tal riguardo, visto che unico attraversamento principale riguarda il tombino TP 06, si ricordi quanto già detto nel relativo paragrafo in riguardo alla provvisorietà della sistemazione idraulica prevista in tale stralcio. Per quanto riguarda i tombini secondari 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 Fontanazza e le verifiche in moto uniforme di tutti i tombini previsti.

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

4.3. *Simulazione in moto permanente degli eventi di piena del torrente Cava Fontanazza / 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:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} - h_e \quad (°)$$

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;

a_1 e a_2 sono coefficienti di ragguglio 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:

$$h_e = L \cdot \bar{S}_f + C \cdot \left| \frac{a_2 V_2^2}{2g} - \frac{a_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (°°)$$

dove:

L è la lunghezza del tronco considerato;

\bar{S}_f è la cadente media tra le due 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

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.

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

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

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

Tabella 4 - 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.

 <p>Provincia Regionale di Ragusa</p>	<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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO</p> <p>Relazione Idraulica</p>	<p>ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.</p>
--	---	--

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.

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 al torrente Cava Fontanazza / 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 Chiaramente 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 (per comodità nelle tabelle di calcolo si farà riferimento a tale denominazione).

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

Per lo studio idraulico sono state considerate n. 107 sezioni di calcolo e 8 attraversamenti tipo “culvert” per una distanza media tra le sezioni di circa 80 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 $T = 20, 50, 100$ e 200 anni, calcolate in corrispondenza delle sezioni 1, 13, 44, 56, 72 e 90 e quindi interpolandole lungo l’asta fluviale a partire dalla sezione 1 fino alla sezione 104 (v. tabella n. 2 -Relazione di calcolo).

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

Tabella 5 – 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
875.26	Culvert.7	Attraversamento con scatolare
248.81	Culvert.8	Attraversamento con scatolare

 <p>Provincia Regionale di Ragusa</p>	<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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO</p> <p>Relazione Idraulica</p>	<p>ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.</p>
--	---	--

Le condizioni al contorno sono state imposte sulla prima e sull'ultima sezione ipotizzando un tirante pari all'altezza critica.

I risultati della simulazione sono riportati nella relazione di calcolo, per i diversi valori di tempo di ritorno considerati.

Lungo il percorso del corso d'acqua in studio si individuano diverse zone di esondazione (vedi planimetrie allegate) che interessano anche il tratto limitrofo all'area aeroportuale.

Per quanto riguarda le condizioni di deflusso degli attraversamenti e dei tratti sistemati si evidenzia che tutti i tombini (ad eccezione del Culvert 1) risultano idraulicamente insufficienti al passaggio delle portate di verifica, per tutti i tempi di ritorno considerati.

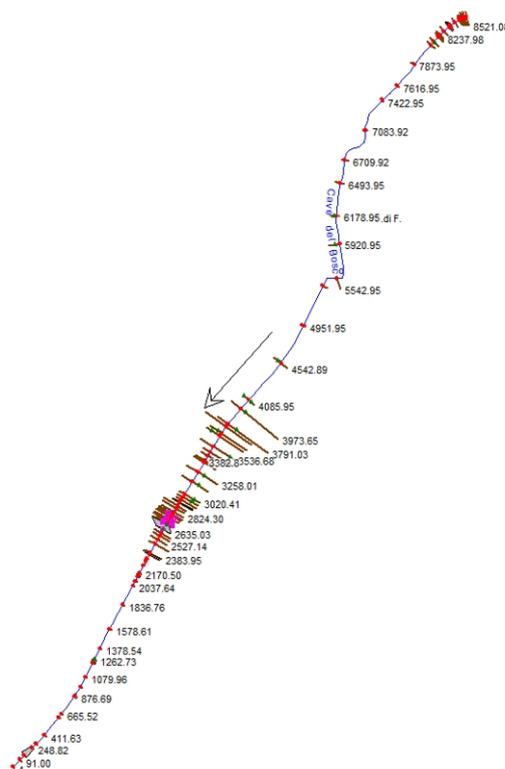


Fig.16 Sezioni utilizzate per il calcolo idraulico del Torrente Cava del Bosco

 <p>Provincia Regionale di Ragusa</p>	<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 ESECUTIVO - 1° STRALCIO</p> <p>Relazione Idraulica</p>	<p>ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.</p>
--	---	--

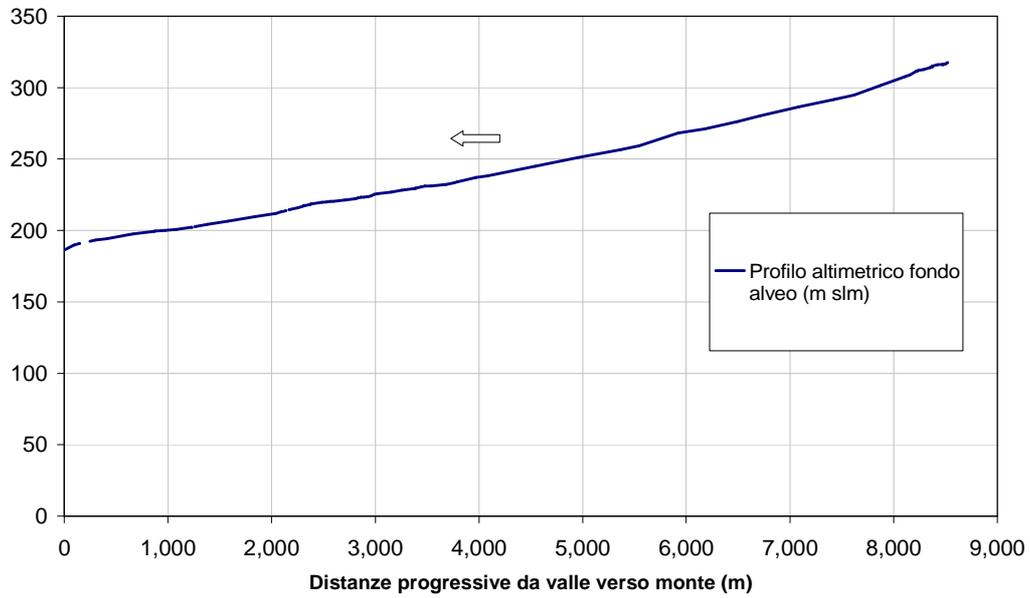


Fig.17 Profilo altimetrico fondo alveo

 <p>Provincia Regionale di Ragusa</p>	<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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO</p> <p>Relazione Idraulica</p>	<p>ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.</p>
--	---	--

4.3.3. Applicazione al torrente Cava Fontanazza / Cava del Bosco – Stato post operam

Per lo studio idraulico sono state considerate le medesime sezioni adottate per l'ante operam: n. 107 sezioni di calcolo, 8 attraversamenti tipo "culvert" 1 attraversamento di tipo "bridge", in corrispondenza del manufatto di progetto TP06: il manufatto è uno scatolare 7.50 x 4.00 m ma, considerando che al suo interno viene mantenuta la sezione trapezoidale d'alveo prevista per la sistemazione idraulica in quel tratto, si è deciso di modellare l'attraversamento come un ponte, condizione meglio rappresentativa della situazione reale. 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

Come detto, nella configurazione di progetto è prevista la regolarizzazione del tratto di alveo compreso tra le sezioni S.63 e S.69 con l'impiego di materassi tipo "Reno" a conferire al torrente una sezione trapezoidale, con fondo di larghezza 1.50 m e profondità minima 1.30 m. La sistemazione viene mantenuta continua anche all'interno dello scatolare di progetto TP06. In aggiunta, si prevede la realizzazione di arginature provvisorie in sinistra e destra (da smantellarsi in occasione dei lavori di completamento del tratto stradale) nel tratto idraulicamente a monte del rilevato di progetto, fino a circa la sezione S.61. La quota di testa argine è posta a 225.10 m s.m..

Nel tratto di torrente a cavallo dell'attraversamento di progetto TP06, tra le sezioni S.58 e S.72, è prevista, per tutto il periodo di esecuzione delle opere e per i tre anni successivi, la pulitura periodica dell'alveo del torrente Cava Fontanazza e delle golene. In ragione di ciò, è possibile considerare, nella modellazione, dei valori della scabrezza leggermente inferiori a quelli attribuiti alla condizione ante operam. Nella fattispecie:

Alveo del torrente non oggetto di risagomatura	$m = 0.030$ (anziché 0.040)
Alveo del torrente in gabbioni	$m = 0.025$
Golene	$m = 0.045$ (anziché 0.050)

 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 ESECUTIVO – 1° STRALCIO Relazione Idraulica	ITALCONSULT S.p.A. (Mandataria) BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	--	--

Le simulazioni sono state condotte in condizioni di moto permanente utilizzando le portate dello studio idrologico per tempi di ritorno pari a $T = 20, 50, 100$ e 200 anni, analoghe a quelle impiegate per lo studio dello stato ante operam. Similmente per quanto riguarda le condizioni al contorno di monte e valle (passaggio in altezza critica su prima e ultima sezione).

La presenza del rilevato di progetto e dello scatolare TP06 determina un innalzamento dei livelli a monte del rilevato, solo leggermente mitigato dal miglioramento delle condizioni idrauliche per il deflusso dovuto alla riduzione dei valori di scabrezza di alveo e golene. Per ovviare a questo innalzamento dei livelli, che in una zona pressoché pianeggiante determinerebbe un forte incremento delle aree interessate dall'esonazione, sono stati inseriti gli argini provvisori, che contengono i livelli di piena fino alla distanza necessaria (verso monte) ad annullare il sovrizzo dovuto alla presenza dello scatolare TP06.

Nello scatolare TP06, la portata Q_{200} transita con un franco compreso tra 0.49 e 0.62 m, inferiore al minimo richiesto dalla normativa (1.00 m) ma senza andare in pressione. Trattandosi di condizione provvisoria e di breve durata e considerando altresì la molto remota possibilità che un evento con $Tr=200$ anni si possa verificare durante la permanenza di questa configurazione (con sezione parzializzata e senza gli interventi di sistemazione idraulica previsti nel completamento del Progetto Definitivo), la verifica si può ritenere accettabile. Nella tabella seguente sono indicati i franchi sui livelli idrici all'interno della canna per i diversi Tr studiati.

			TR200			TR100			TR50			TR20		
	quota fondo	quota intradosso	Livello Tr200	Franco Tr200	Hcinetica Tr200	Livello Tr100	franco Tr100	Hcinetica Tr100	Livello Tr50	Franco Tr50	Hcinetica Tr50	Livello Tr20	Franco Tr20	Hcinetica Tr20
	(m slm)	(m slm)	(m slm)	(m)	(m)	(m slm)	(m)	(m)	(m slm)	(m)	(m)	(m slm)	(m)	(m)
Sez. monte	220.85	223.76	223.14	0.62	0.83	223.00	0.76	0.75	222.85	0.91	0.68	222.63	1.13	0.58
Sez. Valle	220.42	223.38	222.89	0.49	0.71	222.74	0.64	0.65	222.59	0.79	0.58	222.35	1.03	0.50

A monte del TP06, il livello idrico si mantiene attorno a quota 224.06 tra le sezioni arginate S.61 e S.65, con un franco di oltre 1.00 m sulla testa dell'argine. A monte della S.61, il profilo torna a coincidere con quello nella configurazione ante operam.